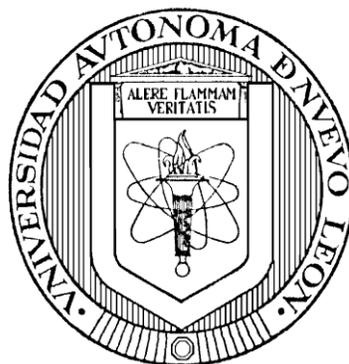


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



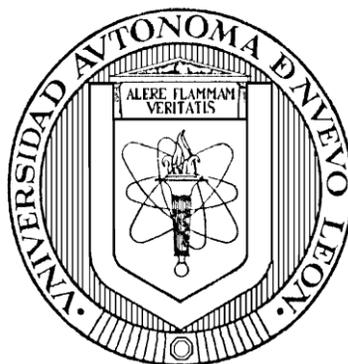
EFFECTO DE SUPLEMENTACIÓN ALIMENTARIA SOBRE LA RECUPERACIÓN  
POST-PESAJE EN DEPORTISTAS DE MUAYTHAI

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

PRESENTA:  
ANA LAURA DURÁN SUÁREZ

JULIO, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



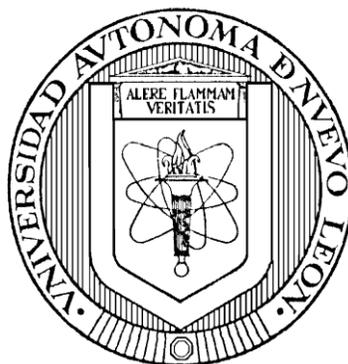
EFFECTO DE SUPLEMENTACIÓN ALIMENTARIA SOBRE LA RECUPERACIÓN  
POST-PESAJE EN DEPORTISTAS DE MUAYTHAI

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

ASESORA:  
DRA. BLANCA ROCÍO RANGEL COLMENERO

JULIO, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



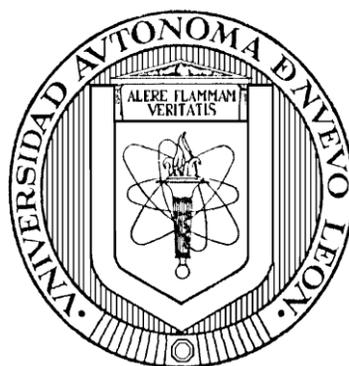
EFFECTO DE SUPLEMENTACIÓN ALIMENTARIA SOBRE LA RECUPERACIÓN  
POST-PESAJE EN DEPORTISTAS DE MUAYTHAI

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

CO-ASESORA:  
DRA. MYRIAM ZARAÍ GARCÍA DÁVILA

JULIO, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



EFFECTO DE SUPLEMENTACIÓN ALIMENTARIA SOBRE LA RECUPERACIÓN  
POST-PESAJE EN DEPORTISTAS DE MUAYTHAI

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA CULTURA FÍSICA

CO-ASESOR:  
DR. GERMÁN HERNÁNDEZ CRUZ

JULIO, 2022

Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero, como directora de tesis interna de la Facultad de Organización Deportiva, acredito que el trabajo de tesis doctoral de la MAFyD. ANA LAURA DURÁN SUÁREZ, titulado **“EFECTO DE SUPLEMENTACIÓN ALIMENTARIA SOBRE LA RECUPERACIÓN POST-PESAJE EN DEPORTISTAS DE MUAYTHAI”** se ha revisado y concluido satisfactoriamente, bajo los estatutos y lineamientos marcados en la guía de la escritura de tesis de doctorado, propuesta por el comité doctoral de nuestra facultad, recomendando dicha tesis para su defensa con opción al grado de Doctor en Ciencias de la Cultura Física.



---

Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero  
DIRECTOR DE TESIS



---

Dr. Jorge Isabel Zamarripa Rivero  
Subdirectora del Área de Posgrado e Investigación

**“Efecto de suplementación alimentaria sobre la recuperación post-pesaje en deportistas de Muaythai”**

Presentado por:

MAFyD. ANA LAURA DURÁN SUÁREZ

El presente trabajo fue realizado en la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León, bajo la dirección de la Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero y la Dra. Myriam Zaraí García Dávila, como requisito para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Cultura Física, programa en conjunto con la Facultad de Ciencias de la Cultura Física de la Universidad Autónoma de Chihuahua.



---

Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero

DIRECTOR



---

Dra. Myriam Zaraí García Dávila

CO-DIRECTOR



---

Dr. Germán Hernández Cruz

CO-DIRECTOR



---

Dr. Jorge Isabel Zamarripa Rivera

Subdirector del Área de Posgrado e Investigación

**“Efecto de suplementación alimentaria sobre la recuperación post-pesaje en deportistas de Muaythai”**

Presentado por:  
MAFyD. ANA LAURA DURÁN SUÁREZ

Aprobación de la Tesis por el Jurado de Examen:



---

Dra. Mariría Medina Corrales  
Facultad de Organización Deportiva, UANL  
Presidente



---

Dra. Rosa María Cruz Castruita  
Facultad de Organización Deportiva, UANL  
Secretario



---

Dr. Alberto Garrido Esquivel  
Facultad de Organización Deportiva, UANL  
Vocal 1



---

Dra. Ángela Patricia Bacelis Rivero  
Universidad Anáhuac Mayab  
Vocal 2



---

Dr. Luis Felipe Reynoso Sánchez  
Universidad Autónoma de Occidente, UAdeO  
Vocal 3



---

Dra. Flor Janeth Miranda Mendoza  
Facultad de Organización Deportiva, UANL  
Suplente



---

Dr. Jorge Isabel Zamarripa Rivera  
Subdirector del Área de Posgrado e Investigación

San Nicolás de los Garza, N.L.

Julio, 2022

## **Agradecimientos**

A mis padres que nunca han dejado de apoyarme y que sin ellos JAMÁS hubiera sido posible conseguir este gran logro, que se han esforzado y sacrificado de una manera inexplicable para poder darme lo que necesitaba día a día y que nunca podré pagar todo lo que me han otorgado. Sé que el camino fue difícil, en especial estando lejos, pero sé que todo lo hicieron con el fin de convertirme en una persona de provecho y miren ... ¡LO LOGRAMOS! Todo lo conseguido es para ustedes.

A la Dra. Myriam García Dávila, que durante todo el camino del doctorado se encontró a mi lado, apoyándome, orientándome y animándome sobre todo cuando las situaciones se pusieron complicadas. Siempre con una voz firme cuando era necesario. Sin usted no hubiera podido completar este grado. Muchas gracias.

A Óscar Vázquez, que me abrió las puertas de su gimnasio y me apoyo para poder realizar la intervención y me ha dado buenas oportunidades en el ámbito laboral. Así como a los atletas que aceptaron participar en el estudio.

Gracias por permitirme ser parte de ese gran grupo de trabajo, Dr. A cada uno de los profesores, administrativos, compañeros de clase, amigos, grupo de trabajo que me apoyaron en resolución de dudas o en alguna situación en específico. Gracias al comité tutorial y revisores por apoyarme en la elaboración de este documento.

**Después de 5 años de aventura, tragedias, momentos difíciles, divertidos, de gran esfuerzo y crecimiento personal, puedo decir... ¡SE CONSIGUIÓ!**

*Un sueño no se realidad por arte de magia, se necesita sudor, determinación y trabajo duro.*

Colin Powell

## Resumen

Los atletas de combate continuamente realizan diversas estrategias para perder peso de una manera rápida, con el fin de buscar una ventaja en el combate, sin embargo, la importancia de realizar dicha estrategia posterior al pesaje recae, en los procesos para poder recuperar dicho peso perdido, y disminuir los efectos que puedan presentarse por esas pérdidas; por lo cual se deben tener estrategias nutrimentales efectivas y eficientes para poder tener una resíntesis de sustratos y del balance hidroelectrolítico, siendo una de ellas el glucógeno, el cual es el principal depósito de energía en este deporte. La mejor estrategia para la recuperación del glucógeno es el uso de la creatina aunado a una ingesta de hidratos de carbono (HC). El objetivo fue analizar el efecto del consumo de creatina durante el período de pérdida rápida de peso sobre variables fisiológicas y de rendimiento en atletas de Muaythai. Este estudio fue de tipo cuantitativo, pre experimental preprueba-postprueba, explicativo. Se realizaron evaluaciones iniciales fisiológicas y de rendimiento a la selección estatal de Nuevo León ( $n=17$ ), posteriormente aplicando criterios de eliminación, se seleccionaron dos sujetos (1 hombre y 1 mujer) indicándoles que debían realizar una pérdida de peso del 2% en un período de 5 días mientras consumían 0.3 gr/kg/día de monohidrato de creatina + 1.2 gr/kg/día de hidratos de carbono (HC) en una bebida de manzana. Se realizó una simulación de un pesaje y posterior, una rehidratación exclusiva de 1.25 L x kg perdido de una solución de rehidratación oral (ORS) y la segunda hora, un consumo de 2.5 gr/kg de HC enfocado a la recuperación del glucógeno. El protocolo duró de 8 días no consecutivos. En lo que respecta a las características de la selección estatal de Nuevo León se presentó que la orina registró un valor de  $1.028 \pm 0.015$  sg, así como un peso de  $64.01 \pm 7.03$  kg y  $57.38 \pm 6.73$  kg, % de grasa de  $10.11 \pm 25.10\%$  y  $15.25 \pm 3.27\%$  a, % de músculo de  $55.87 \pm 5.88$  y  $38.86 \pm 3.03$  y un valor  $30 \pm 7.42$  cm y  $25.3 \pm 9.08$  cm en la altura de salto para hombres y mujeres respectivamente. Así mismo, en lo que respecta a intervención y administración de creatina, se obtuvieron cambios importantes, en el caso de las evaluaciones de gravedad específica de la orina para nuestro sujeto hombre en cuanto al Pre= $1.026$  sg, disminuyendo a las 2 horas= $1.004$  sg, así como en el caso de la mujer

en el cual se presentó en la toma Pre=1.020 sg y a las 2 horas= 1.004 sg, así también se mostró que en cuanto al sodio sérico en relación con el hombre, se presentaron valores en Pre=143 mEq/L disminuyendo a la 1.5 horas=138 mEq/L, y en el caso de la mujer en la toma Pre=138 mEq/L y a la 1.5 horas=134 mEq/L, así también se observó una ausencia de síntomas gastrointestinales y un mantenimiento en los valores del salto. Se puede concluir respecto a la recuperación posterior al pesaje, que el uso de creatina, selección y administración de los procesos de recuperación disminuyeron los efectos negativos de la pérdida rápida de peso.

## Abstract

Combat athletes continuously perform various strategies to lose weight in a fast way, in order to seek an advantage in combat, however, the importance of performing this strategy after the weigh-in lies in the processes to recover the lost weight, and reduce the effects that may arise from these losses, so you must have effective and efficient nutritional strategies to have a resynthesis of substrates and electrolyte balance, one of them being glycogen, which is the main energy deposit in this sport. One of the best strategies for glycogen recovery is the use of creatine together with carbohydrate (CH) intake. The objective was to analyze the effect of creatine consumption during the period of rapid weight loss on physiological and performance variables in Muaythai athletes. In order to carry out the aforementioned, an intervention in Muaythai athletes was considered. This study is quantitative, pre-experimental pre-test-post-test, explanatory. Initial physiological and performance evaluations were made to the Nuevo Leon state team (n=17), subsequently applying elimination criteria, two subjects were selected (1 male and 1 female) indicating them to perform a weight loss of 2% in a period of 5 days while consuming 0.3 gr/kg/day of creatine monohydrate + 1.2 gr/kg/day of carbohydrates (HC) in an apple drink. A weighing simulation was performed and afterwards, an exclusive rehydration of 1.25 L x kg lost of an oral rehydration solution (ORS) was indicated and the second hour, an intake of 2.5 gr/kg of HC focused on glycogen rehydration. The protocol lasted 8 non-consecutive days. Regarding the characteristics of the Nuevo Leon state selection, it was presented that the urine registered a value of  $1.028 \pm 0.015$  sg, as well as a weight of  $64.01 \pm 7.03$  kg and  $57.38 \pm 6.73$  kg, fat % of  $10.11 \pm 25.10\%$  and  $15.25 \pm 3.27\%$  a, muscle % of  $55.87 \pm 5.88$  and  $38.86 \pm 3.03$  and a value  $30 \pm 7.42$  cm and  $25.3 \pm 9.08$  cm in jump height for males and females respectively. Likewise, regarding intervention and administration of creatine, important changes were obtained, in the case of urine specific gravity evaluations for our male subject in terms of Pre= $1.026$  sg, decreasing at 2 hours= $1.004$  sg, as well as in the case of the female in which it was presented in the intake Pre= $1.020$  sg and at 2 hours= $1.004$  sg, and it was also shown that in relation to serum sodium in relation to men, values were presented in Pre= $143$  mEq/L decreasing at 1.5 hours= $138$  mEq/L, and in the case of women in the intake Pre= $138$  mEq/L and at 1.5 hours= $134$

mEq/L, as well as an absence of gastrointestinal symptoms and a maintenance in the values of the jump were also observed. It can be concluded with respect to post-weighting recovery, that the use of creatine, selection and administration of recovery processes decreased the negative effects of rapid weight loss.

## Tabla de Contenidos

Introducción.....	1
<b>Capítulo I. Fundamentos Teóricos.....</b>	<b>7</b>
Entrenamiento.....	7
Rendimiento Deportivo.....	9
Recuperación.....	13
<i>Ley General de la Supercompensación</i> .....	26
Adaptaciones.....	29
Evaluaciones en el deporte.....	32
<i>Rendimiento Físico</i> .....	33
<i>Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC)</i> .....	33
<i>Sueño</i> .....	34
<i>Estado de ánimo</i> .....	35
<i>Bioquímicas</i> .....	36
<i>Orina</i> .....	36
<i>Composición Corporal</i> .....	37
<i>Síntomas Gastrointestinales</i> .....	37
Deporte.....	38
<i>Deportes de Combate</i> .....	39
<b>Capítulo II. Fundamentos metodológicos.....</b>	<b>59</b>
Diseño de Estudio.....	60
Universo y Muestra.....	64
Criterios de Selección.....	64
Consideraciones Éticas.....	65
Relación de métodos y técnicas.....	67

<b>Recolección de Datos</b> .....	73
<b>Capítulo III. Resultados</b> .....	82
<b>Capítulo IV. Discusiones</b> .....	95
<b>Capítulo V. Conclusiones</b> .....	105
<b>Limitaciones</b> .....	106
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	107
<b>Anexos</b> .....	133

## Índice de Figuras

<b>Figura 1. Modelo de la ciencia del entrenamiento.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 2. Factores en el rendimiento deportivo.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 3. Componentes de la carga de entrenamiento.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 4. Descripción de los medios de recuperación médico-biológico.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 5. Ley de la Supercompensación.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 6. Representación esquemática de los mecanismos de adaptación....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 7 Ejemplificación del protocolo general.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 8. Esquema general de evaluaciones .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 9. Comportamiento de los estados de ánimo evaluado mediante el POMS en su forma abreviada .....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 10. Comportamiento de la hemoglobina, hematocrito y sodio.....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 11. Comportamiento de GEO y color de la orina.....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 12. Comportamiento del peso corporal .....</b>	<b>94</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1. Divisiones de peso en deportes olímpicos de combate.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 2. Características de los deportes olímpicos de combate.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 3. Descripción de las variables.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 4. Protocolo de investigación.....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 5. Características de los instrumentos necesarios para la realización de la antropometría .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 6. Combinaciones realizadas en el FST modificado.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 7. Valores evaluados de la variabilidad de la frecuencia cardíaca .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 8. Valores evaluados del estado de ánimo .....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 9. Valores evaluados en sangre en deportistas de Muaythai .....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 10. Variables antropométricas evaluadas en los deportistas de Muaythai .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 11. Coeficientes de correlación entre las variables estudiadas.....</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 12. Resultados de la VFC, composición corporal y rendimiento físico..</b>	<b>90</b>

## Introducción

Recientemente los deportes de combate han tomado mayor importancia debido a que han conseguido del 20-25% de las medallas otorgadas en los Juegos Olímpicos (Franchini et al., 2019; Mendes et al., 2013; Yang et al., 2015), así como el 26% de las medallas ganadas provienen del deporte de combate a nivel nacional y el estado de Nuevo León, en el año 2019 obtuvo el 25 % de sus medallas totales mediante las diversas disciplinas de combate presentes en la Olimpiada Nacional y Nacional Juvenil (Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, 2019). La característica más importante de dichos deportes establece ciertas divisiones/clases de peso, agrupando a los atletas en relación con la masa corporal. Esta característica se lleva a cabo para tratar de reducir las diferencias entre tamaño o fuerza, haciendo que el combate sea lo más equilibrado posible (Reale et al., 2018) teniendo como objeto principal de dichos combates, la demostración de las diversas habilidades, técnicas y tácticas del propio competidor (Martínez, 2013). Se ha presentado en la literatura que la clasificación de las diferentes divisiones de peso en el deporte de combate, muchos atletas van en búsqueda de una ventaja compitiendo en una división más liviana de su peso corporal habitual, buscando tener un competidor más ligero, pequeño y posiblemente más débil (Artioli et al., 2016; Reale et al., 2018).

Al intentar alcanzar un peso menor al competir en una categoría más liviana, la mayoría de los atletas realizan una pérdida de masa corporal a través de diversos procesos, basándose en técnicas de deshidratación y restricción de ingesta de alimentos perdiendo un rango de 2% hasta un 10% del peso corporal, para así obtener el necesario y competir en la división de peso seleccionada por el entrenador (Franchini et al., 2012).

Las estrategias utilizadas en la pérdida de peso dependen de cada atleta y es común que se observe una combinación de diversas estrategias (Reale et al., 2017). Pudiendo presentar una duración aproximada de una semana, dentro de los cinco a dos días previos del pesaje establecido para la competencia (Franchini et al., 2012; Reale et al., 2017; Sagayama et al., 2014); por lo cual se dice que conducen a una

pérdida rápida de peso [PRP] (Herrera-Valenzuela et al., 2018), llamado de igual manera weight-cutting, acute-weight-loss, rapid-weight-loss o making weight (Martínez, 2013; Reale et al., 2017b, 2018), para efecto de este documento se utilizará el término de PRP para referirnos a esta acción realizada por los atletas de combate.

Así mismo, la evidencia ha demostrado que durante los períodos de PRP se presentan alteraciones fisiológicas a nivel sanguíneo, en los glóbulos rojos (Karila et al., 2008; Reljic et al., 2016; Shimizu et al., 2011; Timpmann et al., 2008), en la orina (Zubac et al., 2016; Zubac, et al., 2018), composición corporal (Kordi et al., 2012; Sagayama et al., 2014; Spanias et al., 2019) .Por otro lado, se ha encontrado que el rendimiento físico puede verse comprometido, perdiendo así potencia anaeróbica (Barley et al., 2019; Chaabene et al., 2018; Martínez, 2013; Pallarés et al., 2016). Sin embargo, el realizar la PRP solo tienen éxito si es posible disminuir, minimizar o evitar los efectos negativos antes mencionados; mediante la ganancia rápida de peso perdido (GRP) inmediatamente posterior al pesaje conocido como rapid-weight-gain o también llamado acute-weight-gain (Reale et al., 2017).

Se ha considerado que disminuir los efectos negativos de la PRP, ha tomado importancia al momento de una competencia, como un aspecto que puede influir positivamente en el éxito del combate (Coswig et al., 2018). A lo largo de dicho documento se utilizará el término de GRP para referirnos a la ganancia de peso posterior al pesaje. Así mismo, se presenta que los atletas realizan la GRP para tener una ganancia de tamaño acompañada de una ganancia de peso a través de una gran ingesta de líquidos y comida durante el tiempo del pesaje y la competencia, para así presentar una ventaja en la fuerza sobre el oponente (Jetton et al., 2013; Matthews & Nicholas, 2016).

La recuperación se enfoca en dos rubros principalmente, la rehidratación y la recuperación de los depósitos de glucógeno. Esto, debido a que son los aspectos que más se manipulan al momento de realizar la PRP (Burke et al., 2021; Reale et al., 2017).

Debido a que el glucógeno es un sustrato fundamental de la mayoría de los deportes de combate (Mata-Ordoñez et al., 2018), es importante enfatizar la presencia de éste durante una competencia, por lo cual se debe favorecer su recuperación, a

través de la alimentación (Alghannam et al., 2018). Sin embargo, la evidencia señala que el glucógeno tarda alrededor de 72 horas en recuperarse (Viveiros et al., 2015).

Por ello, se debe de tener una recuperación adecuada y más eficaz del glucógeno, por lo que se ha encontrado que el consumo de hidratos de carbono (HC) aunado a la creatina en dosis establecidas con horarios específicos, es una fórmula efectiva para una recuperación adecuada de glucógeno, sin embargo, los estudios utilizando lo antes mencionado son escasos relacionados al deporte de combate (Alghannam et al., 2018; Mata-Ordoñez et al., 2019).

Por lo antes mencionado, como justificación del presente trabajo, se establece que, es *conveniente* realizar la presente investigación aportando la mejor selección de procedimientos para así tener una adecuada recuperación posterior al pesaje. En cuanto al *valor teórico*, se demostrará al desarrollar un protocolo o una guía para poder realizar los procesos de recuperación posterior a la realización del pesaje. De la misma manera se presentará un conjunto de variables y procedimientos relacionados al proceso en el cual se lleva a cabo la PRP como la recuperación posterior al pesaje, brindando así información de variables tanto fisiológicas como de rendimiento físico.

La *relevancia social* de esta investigación se demuestra en el beneficio otorgado a los atletas de Muaythai; mejorando la recuperación posterior a los descensos de peso sin que se vea afectado su máximo rendimiento deportivo, así también a los entrenadores y cuerpo técnico brindado el conocimiento adecuado para poder realizar estrategias de recuperación adecuada para el deporte en específico.

Dicho procedimiento podría incorporarse como un nuevo proceso llevado a cabo por atletas de Muaythai para realizarse en la fase de recuperación posterior al pesaje, observando su *utilidad metodológica*. De igual modo al mejorar la realización de los procedimientos de recuperación posterior al pesaje se cumple con las *implicaciones prácticas*.

El proyecto es *viable y factible*, debido a que la Facultad de Organización Deportiva cuenta con un Laboratorio de Rendimiento Humano equipado con el material necesario y el personal capacitado para llevar a cabo el estudio.

Dado lo anterior, el presente trabajo plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto de los procedimientos de recuperación posterior al

pesaje aunado a una suplementación alimentaria con creatina sobre las variables fisiológicas y de rendimiento en deportistas de Muaythai?

Para fundamentar lo mencionado con anterioridad, el presente documento tuvo una estructura específica siguiendo el formato establecido por la American Psychological Association (APA, por sus siglas en inglés), por lo cual tuvo diversos apartados. Comprendió de una introducción, en la cual se expuso la importancia de realizar dicha investigación; seguido de un capítulo donde se presentó la fundamentación teórica que sustentó la investigación presentada, mediante la recopilación de información de diversos artículos científicos y libros, donde se habló acerca del deporte de combate, así como los procesos de ajuste de peso y las estrategias que se presentan para realizar los procesos de recuperación. Así mismo se hablará del rendimiento y valoración del entrenamiento deportivo que se ven afectadas por la PRP, como los aspectos fisiológicos y físicos.

El segundo capítulo se estableció la metodología, donde se describe una intervención en deportistas de Muaythai. Este estudio es de tipo cuantitativo, cuasiexperimental, longitudinal de panel y explicativo, donde se tuvo un muestreo no probabilístico a conveniencia. Realizando las evaluaciones pertinentes durante un protocolo de 8 días no consecutivos contemplando así cuatro fases: Inicial, PRP, Pesaje y Prueba final.

El tercer capítulo se destinó a describir todos los resultados que se presentaron en la intervención, iniciando con los descriptivos y posteriormente presentando las correlaciones pertinentes.

El capítulo cuarto se desarrolló la discusión, además de describir las conclusiones presentadas posteriores a la intervención. Así mismo, se presentaron las referencias bibliográficas y anexos pertinentes.

Para poder responder a nuestra pregunta de investigación se planteó el siguiente objetivo general, el cual establece analizar el efecto del consumo de creatina durante el período de pérdida rápida de peso sobre variables fisiológicas y de rendimiento en atletas de Muaythai.

Con el fin de poder cumplir con el objetivo general se plantearon dos objetivos específicos:

1. Conocer las características de rendimiento, fisiológicas, de estado de ánimo, sangre, orina y composición corporal de la selección estatal de Muaythai rumbo a un campeonato nacional.
2. Explicar el comportamiento de rendimiento, fisiológicas, de estado de ánimo, sangre, orina y composición corporal durante la ganancia rápida de peso, posterior a una suplementación alimentaria con creatina durante el período de pérdida rápida de peso en atletas de Muaythai.

Los objetivos planteados anteriormente apoyan para demostrar la hipótesis de trabajo la cual se plantea como: la suplementación alimentaria con creatina en la pérdida rápida de peso aunado a los procedimientos de recuperación posterior al pesaje presenta una mayor restauración en las variables fisiológicas y de rendimiento físico.

# **Capítulo I.**

## **Fundamentos Teóricos**

## **Capítulo I. Fundamentos Teóricos**

En este apartado se abordó todo lo referente a la revisión de la bibliografía existente, toda la información que se ha creado para los diversos temas abordados, así como las diferentes investigaciones relacionadas que se han llevado a cabo con el paso de los años.

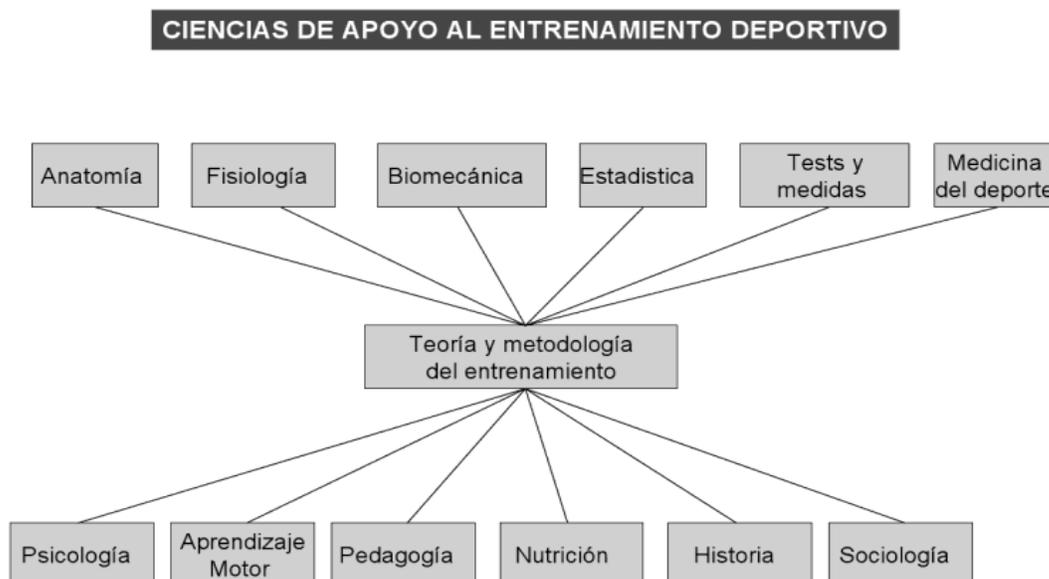
### **Entrenamiento**

El entrenamiento se desarrolló primeramente para mejorar las capacidades físicas de los militares en los años 1960-1970, primordialmente en los países de China, Egipto, Grecia, India y Roma (González et al., 2010), sin embargo, con el paso del tiempo se comenzó a utilizar para fines deportivos y, en algunos periodos, como forma recreacional (Botezatu & Rebière, 2018).

Al hablar del entrenamiento deportivo, se tiene como objetivo perfeccionar las funciones del cuerpo humano con el fin de tener una mejora en las capacidades del rendimiento (Botezatu & Rebière, 2018). Al igual, se define como la aplicación de diversas cargas físicas mediante la implementación de múltiples ejercicios físicos teniendo como propósito el garantizar una participación adecuada en la competencia (Issurin, 2019).

Al llegar a los años 50, se establece que el entrenamiento debería considerarse una ciencia, o una disciplina del ámbito científico, designada como la ciencia del entrenamiento (Ver Figura 1). Esto se debe a que se reconoce que es un cúmulo de conocimientos de diversas disciplinas que tiene al deporte como su solo objetivo de investigación (González et al., 2010).

Sin embargo, es importante mencionar que todo entrenamiento debe presentar una organización, estableciendo ejercicios, a diversas intensidades y volúmenes basándose en cuestiones fisiológicas observadas en ciertas características de adaptación. Dicha esquematización se creó en la Unión Soviética, donde se establecía que el entrenamiento debía estar segmentado en tres periodos, el general, preparatorio y específico (Siff & Verkhoshansky, 2015).

**Figura 1***Modelo de la ciencia del entrenamiento*

*Nota.* Tomada de “Periodización, Teoría y Metodología del entrenamiento”. por T. Bompa, 2016, Hispano Europea (pp. 100–103)

La esquematización del entrenamiento solo tendrá un resultado favorable si se conocen los fundamentos fisiológicos, que acrediten la aplicación de diversos estímulos específicos, por lo cual es importante mantener siempre una homeostasis, definida como la constancia relativa en el interior del cuerpo, regulada por las respuestas de adaptación que promueven la supervivencia sana. Por lo que debe existir un equilibrio entre la síntesis y degeneración (Pradas & Legaz-Arrese, 2012).

Por lo antes mencionado, el entrenamiento tiene como objetivo el desarrollar habilidades específicas para la realización de los movimientos deportivos, tomando en cuenta las capacidades propias del deportista con la mayor eficiencia posible (Guimaraes, 2002). Así como la mejora en el entrenamiento, por lo tanto, es la mejora en el rendimiento deportivo, que se logra mediante la repetición de diversos estímulos (Pradas & Legaz-Arrese, 2012).

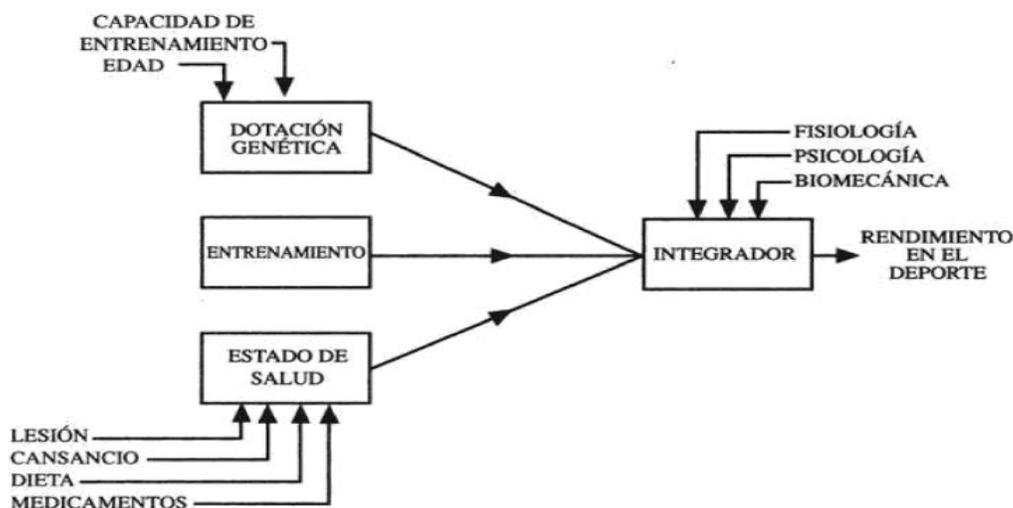
## Rendimiento Deportivo

La capacidad de rendimiento se determina por diversos factores, siendo algunos de ellos la técnica, aptitudes, conocimientos, capacidades motoras, así como la experiencia del propio atleta (Vasconcelos, 2005a). Se establece que es la resultante de una actividad deportiva que produce algún tipo de puntuación, aspectos absolutos (peso, tiempo, distancia) o la superación de un contrario (Martin et al., 2014).

Al ser un aspecto muy complejo y de muchas variables, se ha establecido que el rendimiento deportivo presenta una estructura comprendida por relaciones y elementos interactivos en la cual necesariamente debe existir un desarrollo en armonía de todos y cada uno de los factores observados en la figura 2 para así tener el máximo rendimiento del individuo (Martin et al., 2004; Weineck, 2005a), tomando en cuenta desde los aspectos genéticos, el entrenamiento al que se somete el atleta, así como el estado general de salud que comprende desde el descanso, la alimentación y los medicamentos que pueda consumir, uniéndose así con ciencias más complejas como la fisiología, psicología y biomecánica (MacDougall et al., 2005).

**Figura 2**

*Factores en el rendimiento deportivo*



*Nota.* Adaptado de “Evaluación fisiológica del deportista”, por J, MacDougall, 2005,

Paidotribo (pp. 13–19)

∞

determinadas capacidades físicas en la práctica deportiva. Si bien es imposible

eliminar o modificar dicho factor, es importante considerarlo en la planeación del entrenamiento (MacDougall et al., 2005).

En conjunto con la genética, está demostrado que la salud y el estado nutricional aunados a la composición corporal y la hidratación, modifican y alteran el rendimiento deportivo (González-Neira et al., 2015; MacDougall et al., 2005; Urdampilleta et al., 2013).

Otro aspecto a considerar, son las características propias del entrenamiento deportivo mediante las cuales, el organismo genera cierta potencia. Asimismo, la eficacia para convertir energía en movimiento es importante. A esto se le denomina rendimiento físico, el cual se entiende como la mejora de la unión de cualidades motrices imprescindibles, tales como la fuerza, la flexibilidad, la velocidad y la resistencia (Balmaseda, 2009; Hawley & Burke, 2000b) .

Con el fin de potenciar los factores previamente mencionados, es posible implementar diversos métodos previos, durante y posterior al entrenamiento. Dentro de la gama se encuentran las ayudas ergogénicas que se definen como medios que permiten el aumento de energía durante su producción, control y dosificación dentro de la actividad deportiva (Blasco, 2016; Kerksick et al., 2017; Porrini & Del Bo, 2016; Sheffler et al., 2011).

Las ayudas ergogénicas pueden clasificarse en varios grupos (Odriozola, 2000; Porrini & Del Bo, 2016):

- Ayudas mecánicas: Son aquellos accesorios que ayudan a mejorar el desempeño como zapatillas especiales, trajes de baño, ropa termorreguladora; etc.

- Ayudas fisiológicas: Son métodos que modifican la fisiología natural del organismo como el sauna, el dopaje sanguíneo, los masajes; etc.

- Ayudas psicológicas: Son técnicas psicológicas para mejorar la concentración, el manejo del estrés; etc.

- Ayudas farmacológicas: Son aquellas sustancias no nutritivas que producen un efecto químico, tales como las hormonas esteroideas.

- Ayudas nutrimentales: Son todas aquellas sustancias que mejoran el rendimiento. Éstas provienen de nutrimentos y se presentan en mayor cantidad de lo normal. En esta categoría se incluyen la proteína de suero de leche, cafeína y creatina

(Kerksick et al., 2017; Porrini & Del Bo, 2016; Santesteban & Ibáñez, 2017; Sheffler et al., 2011), siendo este último mencionado como un factor importante en la investigación que se llevará a cabo.

Sin embargo, se ha establecido que para poder producir una mejora de una manera certera o desequilibrar la homeostasis, en los diversos factores que pueden afectar el rendimiento es necesaria la presencia de una carga específica y correcta en el entrenamiento (Pradas & Legaz-Arrese, 2012).

### **Carga**

Se define como la magnitud del trabajo establecido en un entrenamiento realizado (Martin et al., 2007), la cual varía en una persona en los diversos sistemas, tanto orgánicos como funcionales (Weineck, 2005a). Siendo una variable que es manipulada para obtener una respuesta del entrenamiento. La carga puede dividirse en dos conceptos: carga externa y carga interna (Impellizzeri et al., 2018; Martin et al., 2007).

En cuanto a la carga externa se establece que se considera el volumen e intensidad propia de cada entrenamiento. Establece que la organización, cantidad y calidad del plan de entrenamiento son consideradas dentro de este rubro, aspectos que son sencillos de medir o planificar y está declarado que modifica el tamaño así como la profundidad la carga interna (Bompa & Buzzichelli, 2019c; Impellizzeri et al., 2018).

La carga interna es una herramienta útil para el control del entrenamiento debido a que considera los factores propios del atleta, que pueden ser modificables o no, tales como el estado de entrenamiento, psicológico, de salud, la nutrición y la genética; así como los procesos de adaptación individualizado y puede verse afectada por cuestiones estresantes como el clima del entrenamiento (procesos psicológicos). Así mismo, todas las características presentadas se ven influenciadas por la carga externa (Impellizzeri et al., 2018).

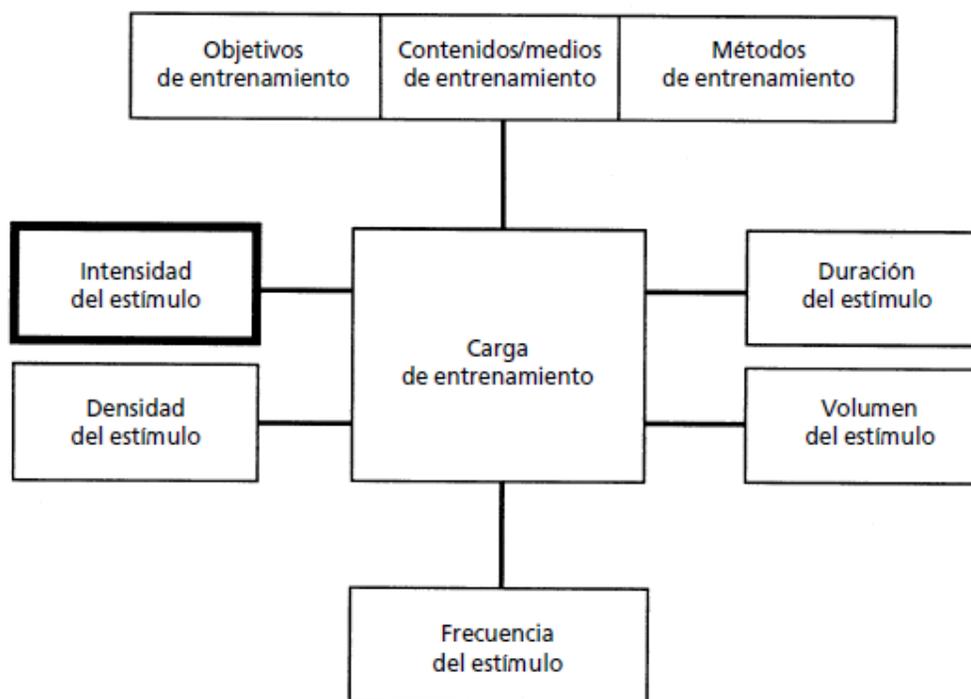
Sin embargo, se ha establecido que es necesario especificar más a detalle el concepto de carga, por lo cual se ve la necesidad de decretar un término denominado exigencia de carga, que tiene por definición, la magnitud descriptiva en los procesos metodológicos del entrenamiento, y va acorde a los esfuerzos esperados en el mismo.

Teniendo así, como componentes principales (Ver Figura 3), el tipo de ejercicio, intensidad, duración, volumen y densidad, que en conjunto producen algo llamado estímulo (Martin et al., 2007).

El estímulo puede definirse como la modificación a nivel físico y energético que excita a los receptores del organismo y produce una fatiga, donde predominan los procesos catabólicos, provocando un deterioro en el rendimiento del deportista (Martin et al., 2007; Pradas & Legaz-Arrese, 2012; Weineck, 2005d).

### Figura 3

#### *Componentes de la carga de entrenamiento*



*Nota.* Adaptado de “Entrenamiento total”, por J. Weineck, 2005, Paidotribo (pp. 19–24)

## **Fatiga**

Es un estado caracterizado por presentar agotamiento provocado por un esfuerzo excesivo, que puede ser tanto físico como psicológico donde se presenta un desequilibrio de la homeostasis. Un rasgo característico de dicho estado es la debilidad o malestar que produce una disminución del rendimiento, funcionalidad, así como la capacidad de concentración. Es un estado de protección, es transitoria y reversible al tener como resultado un rechazo al trabajo establecido (Barbany, 2002b; Manino & Polani, 2004).

Se ve influenciada por factores del entrenamiento como el tipo de estímulo, contracción, duración del ejercicio, así como la intensidad del mismo, el tipo de fibra muscular trabajada en el entrenamiento entre otros (Bompa & Buzzichelli, 2019b).

La fatiga se presenta principalmente por diversos mecanismos, descritos a continuación: Daño muscular propio del ejercicio, depleción de sustratos, aumento de la temperatura principalmente la central, acumulación de metabolitos, alteración en el balance hidroelectrolítico, aumento en los radicales libres, transformación de los aminoácidos ramificados, así como la inmunidad (Terrados & Calleja, 2010).

Sin embargo, dichas variaciones, (Martin et al., 2007; Pradas & Legaz-Arrese, 2012) tanto en su capacidad funcional como la de trabajo son necesarias y normales, debido a que el deportista tiene la aptitud de presentar una recuperación a nivel anatómico, fisiológico y psicológico, sin embargo, el poder adaptar las funciones, reacciones del sistema nervioso y la coordinación neuromuscular, es un proceso que conlleva aún más tiempo (Bompa & Buzzichelli, 2019b).

## **Recuperación**

Posterior a la presencia de la fatiga, es necesario que se presente una fase de recuperación, debido a que en ese momento es cuando se deben restablecer los niveles adecuados de rendimiento, dejando atrás a los estados de fatiga física y mental (Manino & Polani, 2004). Es un proceso importante donde se presenta la regeneración y el regreso al equilibrio a nivel celular, posterior a las modificaciones que sufre el organismo por la aplicación de la carga (García et al., 1996).

En este punto es donde se tiene un ascenso en los aspectos fisiológicos, psicológicos, metabólicos, entre otros, sobre el organismo donde se presenta un restablecimiento a nivel celular y en los diferentes órganos y sistemas, así como a nivel del metabolismo (Weineck, 2005d), buscando así una reposición de los sustratos utilizados en el ejercicio, realizado así como reestablecer el balance hidroelectrolítico para crear un ambiente favorable en el organismo para así tener una síntesis inductiva de proteínas.

La recuperación va a depender del tipo y de la duración del estrés, puede ser pasiva, activa y pro-activa; es un proceso que ocurre con el tiempo en el cuál el estrés sufre cambios reduciéndose o dándole un descanso. Depende de cada individuo y se requiere una evaluación muy personalizada y ligada a las condiciones de la situación (Kellmann, 2010). La recuperación puede presentarse en dos procesos (García et al., 1996):

- Recuperación inmediata: Se presenta durante los primeros 30-90 minutos posterior al ejercicio, donde se busca desechar los productos de la descomposición anaeróbica, así como compensar la deuda de oxígeno.
- Recuperación aplazada: Se establece posterior de los 90 minutos de realizar el ejercicio, durante ese tiempo se presenta la restauración del equilibrio hídrico, así como el endocrino, aunado a esto se tiene la recuperación por completo de las reservas de energía agudizando la síntesis proteica (Del tipo estructural y enzimáticas).

Así mismo, es importante describir que, como el organismo está compuesto por diversos sistemas y estructuras, los tiempos para poder realizar una recuperación adecuada pueden ser diferentes o también experimentar una sucesión distinta, este fenómeno es llamado heterocronismo (Vasconcelos, 2005c).

Por lo antes mencionado, se debe tener una adecuada organización y planificación de los programas de recuperación con base en los objetivos establecidos tanto a corto como a largo plazo del entrenamiento (Siff & Verkhoshansky, 2015; Vasconcelos, 2005c; Weineck, 2005d); aunado a una minuciosa elección y aplicación de los mismos, debido a que si no tiene en consideración todos los factores antes mencionados podría no presentar la funcionalidad con la que fue seleccionada dicha

técnica (Platonov, 2001a) y esto, refuerza el aspecto de que se debe tener una continua monitorización de la recuperación a lo largo del proceso de entrenamiento (Kellmann, 2010).

En ocasiones, es necesario recortar el tiempo de la recuperación debido a que los atletas tienen sesiones de entrenamiento más frecuentes, así como más intensas por la exigencia deportiva. La recuperación total puede tomar entre de 72 a 96 horas (Moreno et al., 2016); por lo tanto, las ciencias aplicadas al deporte, han intentado buscar una gran variedad de medios para lograrlo, con el fin de aumentar el nivel de rentabilidad de los atletas, buscando así tener una recuperación en todos los aspectos importantes del deportista (Blasco, 2016; Mischenko & Monogarov, 2001b; Terrados & Calleja, 2010; Weineck, 2005b).

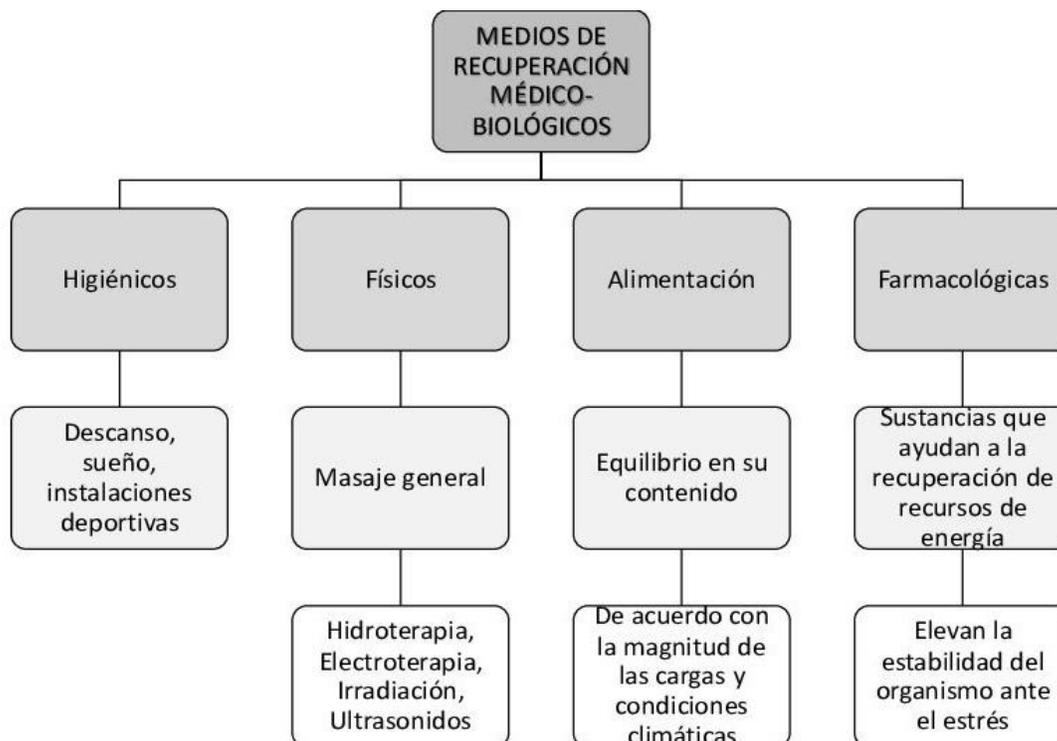
Por la gran cantidad de medios de recuperación, se ha realizado una clasificación de ellos que se describen a continuación (Mischenko & Monogarov, 2001b; Platonov, 2001a; Terrados & Calleja, 2010; Weineck, 2005b):

- *Medios pedagógicos:* Establecen que la dirección de la sesión de entrenamiento, así como los tiempos de descanso se deben planificar adecuadamente, presentando una estructura de calentamiento, fase medular y estiramiento o vuelta a la calma (Mischenko & Monogarov, 2001b; Platonov, 2001a; Weineck, 2005b).
- *Medios psicológicos:* Van en busca de una disminución de la tensión, así como la recuperación rápida de la energía nerviosa utilizada, mediante el descanso del sistema nervioso (Mischenko & Monogarov, 2001b; Platonov, 2001a; Weineck, 2005b). Aunado a esto, se establece que, la percepción que presenta el atleta para rendir en un entrenamiento o competencia es fundamental (Crush et al., 2018; Kellmann et al., 2018). De igual manera, una recuperación inadecuada puede presentar niveles de estados de ánimo alterados (Kenttä & Hassmén, 1998).
- *Medios médico-biológicos:* son los que presenta un aspecto de gran interés en este proyecto, porque pueden llegar a promover un ambiente adecuado para la resistencia de las cargas, así como el cumplimiento de los sustratos energéticos, aceleración de los procesos de adaptación, etc. A su vez, los medios médico-biológicos presentan cuatro subdivisiones, que pueden observarse en la Figura 4, los

higiénicos, físicos, de alimentación y farmacológicos y se describen en los siguientes párrafos (Mischenko & Monogarov, 2001b; Platonov, 2001a; Weineck, 2005b).

#### **Figura 4**

*Descripción de los medios de recuperación médico-biológico*



*Nota.* Adaptado de "Teoría general del entrenamiento", por V. Platonov, 2001, Paidotribo (pp. 566–582)

Los medios médicos-biológicos de higiene contemplan cuestiones de descanso y sueño, así como que las condiciones tanto del clima como geográficas y de las instalaciones deportivas sean las más idóneas para la realización del ejercicio (Platonov, 2001a). Un aspecto a resaltar es la importancia que ha tomado en los últimos años la relevancia del sueño en los atletas, debido a que se ha demostrado que tiene relación con aspectos físicos y mentales (Malhotra, 2017), por lo que la privación del sueño presenta un aumento de hormonas catabólicas y disminución de hormonas anabólicas produciendo una disminución de la reparación de tejidos, pobre adaptación al entrenamiento y la recuperación en general (Doherty et al., 2019). De igual manera se presentan niveles elevados de estrés emocional y alteraciones en el

estado de ánimo (Andrade et al., 2020; Doherty et al., 2019; Leduc et al., 2020; Vitale et al., 2019)

Los medios médicos-biológicos físicos contemplan la aplicación de diversas técnicas como el masaje, sauna, electroterapia y el ultrasonido por mencionar las más comunes, que ayudan al organismo para activar la circulación y estimular o tranquilizar el sistema nervioso, así como las funciones de termorregulación del cuerpo (Platonov, 2001a; Weineck, 2005b) .

Sin embargo, los medios médicos-biológicos de tipo alimentario y farmacológico, son los que representan un punto central en el proyecto que se ha planteado llevar a cabo en este documento. Estableciendo así que los medios de recuperación de la alimentación conllevan un equilibrio al valor energético, específicamente de los macro nutrientes y micronutrientes, que irá en función de la magnitud y orientación de las cargas, así como los objetivos del entrenamiento y de igual manera considerando las condiciones del clima. En cuanto a los medios farmacológicos son consideradas las sustancias que pueden consumirse junto con los alimentos o como preparados independientes, ayudando a la recuperación de sustratos energéticos por lo que aspectos relacionados a la nutrición toman mucha importancia en este momento del entrenamiento (Platonov, 2001a; Terrados & Calleja, 2010).

**Nutrición en la Recuperación.** La nutrición, como ciencia de la salud tiene por objetivo compensar la energía consumida tanto por el metabolismo basal como el metabolismo debido a la actividad corporal, mediante el aporte energético. Al hablar de la nutrición deportiva se presentan diversos objetivos, pero uno de los más importantes es brindar la energía necesaria para poder tener el máximo rendimiento, mediante una nutrición óptima (Weineck, 2005b).

Como se ha mencionado anteriormente a lo largo del documento, uno de los puntos principales de la recuperación es el restablecimiento de los sustratos energéticos utilizados en la actividad, dicho punto se logra mediante una alimentación específica. No obstante, existen otros objetivos de tipo nutricional que también son importantes en la recuperación, como la construcción de proteínas y componentes de

la célula, reparación por parte del sistema inmune de los tejidos dañados y reposición del balance hidroelectrolítico perdido mediante el sudor (Burke & Cox, 2010).

Sin embargo, lo antes mencionado, utiliza vías metabólicas y procesos fisiológicos diferentes, por lo cual es importante conocer, cuál de los objetivos es el primordial para restablecer, primeramente. Dicha decisión va en función de las metas del entrenamiento, así como el tipo de deporte y momento de la temporada (Burke & Cox, 2010).

**Recuperación de Glucógeno.** Uno de los principales sustratos para restablecer es el *glucógeno*, debido a que es el principal sustrato en el músculo y en el sistema nervioso central y tiene su almacén tanto a nivel hepático como muscular y es la forma en la que los individuos almacenan Hidratos de Carbono (HC). Su importancia radica en deportes intermitentes de alta intensidad y en aeróbico (Burke, 2010).

Se define como un polímero ramificado de glucosas unidas entre sí y su síntesis se realiza por la vía metabólica llamada gluconeogénesis o también conocida como glucogénesis; la cual va añadiendo restos de glucosas a una molécula de glucógeno existente de por lo menos 4 unidades de glucosa mediante la acción enzimática de la uriditransferasa y la glucógeno sintasa (Mata-Ordoñez et al., 2019; Peniche, 2011).

Si se requiere conseguir una máxima reserva de glucógeno las necesidades de HC se vuelven muy específicas, por lo que se establece que los músculos tienen una necesidad delimitada de HC, y las recomendaciones van de acuerdo con el tamaño corporal y por consiguiente su masa corporal, es decir se deben dar recomendaciones en gramos por kilogramo de peso (Burke & Cox, 2010; Hawley & Burke, 2000a).

La tasa de síntesis de glucógeno al término del ejercicio va en función del agotamiento del mismo, así como la duración y la intensidad de la sesión de entrenamiento. Se ha establecido que la recuperación total del glucógeno se realiza alrededor de las 72 horas posteriores al entrenamiento (Viveiros et al., 2015) y se puede establecer que en las primeras 6 horas posteriores al ejercicio, la resíntesis de glucógeno muscular mantiene un ritmo acelerado, y al paso de 24 horas es posible

que se tenga un restablecimiento completo de las reservas de glucógeno; por lo que se ha establecido que en la re síntesis, se presentan dos fases que se describen en los siguientes párrafos (Pritchett et al., 2011).

La primera fase o también llamada fase rápida, se establece que es alrededor de los primeros 30-60 minutos posteriores al ejercicio y no requiere de la secreción de insulina debido a que existe un incremento en la permeabilidad de las membranas (Peniche, 2011; Pritchett et al., 2011).

En cuanto a la segunda fase o fase lenta, se establece que puede durar varias horas posterior al ejercicio y tiene una importante regulación por dos aspectos, la enzima glucógeno sintasa y la presencia de la insulina, ésta última debido a que es estimulada por el aumento de uso de glucosa en el músculo. Se puede llegar a presentar entre las 2-4 horas posteriores al ejercicio, sin embargo, la re síntesis de glucógeno se puede ver afectada en un 45% (Peniche, 2011; Pritchett et al., 2011).

Se ha establecido que si se presenta una competencia/entrenamiento en un período de 8 horas o menos la dosis de 1.0-1.5 gr de HC/kg, inmediatamente al término del ejercicio cada 30 minutos por 6 horas logra la recuperación adecuada de los depósitos de glucógeno (Alghannam et al., 2018; Mata-Ordoñez et al., 2019; Peniche, 2011; Pritchett et al., 2011).

Se recomienda realizar la ingesta en intervalos más frecuentes, de 30 minutos aproximadamente, y de pequeñas dosis, siendo alrededor de 1.0 gr/kg de HC, debido a que ha demostrado ser una estrategia más efectiva, por lo que se establece una ingesta mayor o un incremento en cada toma no ha demostrado una adecuada restauración de los depósitos de glucógeno, de la misma manera si el tiempo entre tomas es mayor a dos horas no se han demostrado mejor tasa de re síntesis de glucógeno (Alghannam et al., 2018; Mata-Ordoñez et al., 2019; Pritchett et al., 2011).

Sin embargo, si se tiene un plazo de 24 horas o más de recuperación la ingesta recomendada es de 6-12 g/kg/día y en esta característica la frecuencia de la ingesta no tiene una influencia en la recuperación del glucógeno (Mata-Ordoñez et al., 2019).

El conocer la cantidad específica que debe consumir el atleta, no es información suficiente, sino que es importante realizar una elección adecuada de qué tipo de HC se le suministrará. En diversos estudios se ha encontrado que la unión de

diferentes tipos de hidratos presenta un mejor resultado que si tan solo se administra uno, por lo que se recomienda ingerir una mezcla de glucosa + fructosa, lo que presenta una reducción de malestar gastrointestinal (Alghannam et al., 2018; Mata-Ordoñez et al., 2019). Aunado a esto, la evidencia sostiene que los HC deben ser de alto índice glucémico (Respuesta producida en la glucemia) posterior a su ingestión por el efecto que produce en la insulina (Burke & Cox, 2010; Mata-Ordoñez et al., 2019; Peniche, 2011).

No obstante, diversas investigaciones han demostrado que una acción en conjunto de los HC aunado a las proteínas presenta un efecto potenciador de la síntesis de glucógeno, debido a que se ha observado un descenso en la glucemia, suponiendo así que existe una mayor absorción de glucosa presentando una mejora en la respuesta de la insulina; así mismo se ha presentado una mayor retención del nitrógeno (Alghannam et al., 2018; Mata-Ordoñez et al., 2018; Pritchett et al., 2011; Terrados & Calleja, 2010) .

A pesar de ello, para poder concretar un aumento en la reposición de glucógeno, mediante la adición de proteína al HC, éste último se debe realizar con una ingesta subóptima. La dosis establecida de la ingesta de HC+ proteína es considerada alrededor de <0.8 gr/kg/hora de HC + 0.3-0.4 gr/kg/hora de proteínas o también se puede buscar la relación de 4:1 de HC y proteínas (Alghannam et al., 2018; Mata-Ordoñez et al., 2018, 2019; Pritchett et al., 2011).

La ingesta de los HC más proteína se puede realizar mediante geles, de forma líquida o sólida, considerando como productos derivados de los lácteos añadiendo los HC como una opción a considerar para realizar la recuperación del glucógeno (Terrados & Calleja, 2010). Así mismo, si existe la posibilidad, se debe optar por administrar una combinación de alimentos sólidos y líquidos, siempre considerando las preferencias del atleta (Mata-Ordoñez et al., 2019) debido a que se ha observado que una ingesta de HC + proteína + agua tiene una mayor eficacia en la recuperación de glucógeno (McCartney et al., 2018).

Si bien la búsqueda de estrategias más eficientes no se detiene, diversos factores nutrimentales están en constante investigación y prueba, para así poder buscar el perfecto acompañante de los HC para la recuperación del glucógeno. Uno

de dichos factores es el monohidrato de creatina (CR), que ha demostrado tener una acción en sinergia con los HC en cuanto al restablecimiento del glucógeno; debido al efecto osmótico que presenta la CR, aunque un aspecto a considerar es la ganancia de peso que se puede presentar (Mata-Ordoñez et al., 2019).

La CR es una de las ayudas ergogénicas nutricionales más utilizada en los atletas (Aedma et al., 2015; Kreider et al., 2017; Lanhers et al., 2015a). Es un compuesto a base de nitrógeno sintetizado a partir de tres aminoácidos esenciales siendo la arginina, glicina y metionina; y una de sus funciones principales es la de almacén de energía (González et al., 2003).

Es un producto que se produce de manera endógena, pero también se puede obtener de la dieta principalmente en productos de origen animal como el pescado, carne, leche y huevos (González et al., 2003). La cantidad promedio de CR en músculo es de 120 mmol/kg, siendo un máximo de 160 mmol/kg de masa muscular seca. Se establece que la cantidad de CR utilizada en un día normal es de 1-3 gr, que es fácilmente consumido en la dieta (Kreider et al., 2017).

El objetivo principal de utilizar una suplementación de CR, es aumentar la cantidad intramuscular de ésta, beneficiando principalmente aquellos deportes de alta intensidad intermitente (Kreider et al., 2017; Lanhers et al., 2015).

Existen dos protocolos de administración, el primero la fase de carga con una ingesta a aproximada de 20-25 g (0.3 gr/kg peso corporal) /día con una duración de 2-7 días distribuidos entre 3-4 tomas por día, para aumentar la cantidad de creatina en músculo. La fase de mantenimiento se establece de 2-5 gr/día, siendo una dosis diaria por 4-6 semanas (Aedma et al., 2015; Kreider et al., 2017).

Otra de las funciones que presenta la CR es la de recuperación post ejercicio, sin embargo, la dosis difiere con los protocolos mencionados anteriormente, siendo que la ingesta de 5 g de CR + 95 gr de HC + 50 gr de proteína es una fórmula adecuada para realizar una recuperación más efectiva; aunado a esto se ha demostrado que ayuda a disminuir el daño muscular producido por el ejercicio (Kreider et al., 2017).

Por lo que se acentúa la importancia de considerar la reparación del daño muscular, producido normalmente por una sesión de entrenamiento en los procesos de recuperación. Aunado al daño muscular, se ha presentado que las células blancas

del sistema sanguíneo utilizan glucosa para realizar sus funciones, que es el precursor de la resíntesis de glucógeno, por lo que son procesos que se deben tener a consideración al momento de realizar la recuperación (Burke & Cox, 2010; Ivy, 2004).

**Reparación de Tejidos.** La evidencia ha demostrado que el músculo sufre daños al realizar ejercicio por cargas excéntricas, primordialmente en los músculos activos. Al igual, se puede presentar, por contacto directo con el cuerpo (como en ciertos deportes); y este daño puede mantenerse posterior al término del ejercicio, por lo cual es importante tener en cuenta este aspecto al momento de la recuperación (Burke & Cox, 2010; Ivy, 2004).

Los daños que sufre el músculo esquelético pueden causar dolor muscular de inicio tardío (DOMS), tanto en actividades de resistencia como de alta intensidad, lo que conlleva a que se presenten aumentos en marcadores de daño muscular, siendo los más comunes la Creatina Quinasa (CK), Lactato deshidrogenasa (LDH) Cortisol y Mioglobinas (Mb), lo cual produce un detrimento en el rendimiento deportivo, respectivamente, relacionado con la potencia máxima muscular (Martínez-Sanz et al., 2013; Pritchett et al., 2011).

Por lo antes mencionado, se busca disminuir dichos marcadores mediante la recuperación alimentaria, por lo que se vuelve una tarea primordial coadyuvar la síntesis de proteínas, aumentada postejercicio en sujetos entrenados, manteniendo así un estado anabólico (Ivy, 2004; Pritchett et al., 2011).

Debido a esto, se refuerza la adición de proteína al alimento posterior al ejercicio, para aumentar la sensibilidad de la insulina, promoviendo una mayor absorción de aminoácidos musculares, aumentando la síntesis de proteínas y así evitando su degradación (Ivy, 2004; Pritchett et al., 2011).

Para que se pueda obtener un estímulo antes mencionado, se debe tener una ingesta de 15-25 g de proteína intacta o alrededor de 0.25 -0.3 g/kg/ peso corporal. Aunado a lo antes mencionado, se debe procurar la ingesta de por lo menos 9 g de aminoácidos esenciales (AAE; Beelen et al., 2010; Pritchett et al., 2011; Thomas et al., 2016).

Por lo cual, es importante señalar que las fuentes más adecuadas de proteína, como el huevo, soya, res, puerco y el concentrado de proteína vegetal. No obstante,

las proteínas de la leche (Whey Protein y Caseína) han tomado gran relevancia como estrategia post ejercicio para favorecer la hipertrofia muscular (Russo et al., 2019; Thomas et al., 2016). Sin embargo, los mecanismos por los cuales presentan un ambiente adecuado para la resíntesis protéica son diferentes, estableciendo que la mejor opción es la Whey Protein debido a es una proteína soluble de muy rápida absorción y contiene Leucina en su composición, la cual es un factor positivo para la resíntesis protéica, mientras que la Caseína permanece intacta en el estómago, por lo que presenta un detrimento del vaciamiento gástrico lo que conlleva a un retraso en la liberación de aminoácidos (Beelen et al., 2010; Thomas et al., 2016).

La evidencia científica ha demostrado, que al igual como en la recuperación al glucógeno, el trabajo sinérgico de los HC + proteína, debido a tiene un efecto positivo en el balance nitrogenado positivo, teniendo así una mejor resíntesis muscular post ejercicio. Dicho efecto es posible debido a las grandes cantidades de insulina en sangre (por la glucosa circulante), lo que conlleva a un ambiente favorable para la síntesis de proteínas (Beelen et al., 2010; Pritchett et al., 2011), manteniendo la dosis establecida de proteína mencionada anteriormente añadiéndole 0.25 -0.3 g/kg/ peso corporal (Pritchett et al., 2011).

Retomando lo mencionado con anterioridad, se ha demostrado que añadirle chocolate a la leche es una buena opción como alimento post ejercicio, debido a la composición de monosacáridos y disacáridos, así como electrolitos y agua, presentando una composición similar a las bebidas de recuperación existentes en el mercado, pero con un costo más bajo (Amiri et al., 2019; Pritchett et al., 2011; Russo et al., 2019).

Cabe señalar, que no solo importa la cantidad y la calidad de la proteína o si se requiere algún complemento, si no que el momento toma un rol importante en la re síntesis proteica, por lo que las recomendaciones antes mencionadas deben realizarse en intervalos de 3-4 horas, si es que el objetivo es presentar mejoras en la composición corporal y el rendimiento deportivo (Kerksick et al., 2018; Thomas et al., 2016), procurando que la primera hora al término del ejercicio se tenga la ingesta de los AAE (Thomas et al., 2016).

Aunado a la resíntesis proteica del músculo para así la recuperación de tejidos, es importante que el cuerpo se encuentre sano, para poder mejorar el rendimiento deportivo mediante un trabajo constante, por lo que se espera que los atletas estén alejados de las lesiones y enfermedades procurando así tener un sistema inmune encargado de las defensas contra infección (Burke & Cox, 2010).

**Reparación del Sistema Inmune.** Se ha observado que el sistema inmune tiene bajo su cargo diversas reacciones (nerviosos y endocrinos) que se producen por la realización del ejercicio. Una de ellas es la llamada “ventana abierta”, presentada en el período de recuperación posterior a un ejercicio intenso, en la cual células del sistema inmune tienen un detrimento en su producción por lo que el cuerpo es susceptible a ser afectado por algún virus o bacteria. Si se llegará a realizar el ejercicio, se aumentaría aún más el grado de inmunodepresión, arriesgando de una mayor manera la integridad del atleta (Gleeson, 2016; Peake et al., 2017).

Diversos factores pueden afectar el sistema inmune, pero la evidencia demuestra que, una deficiencia en cuanto a las proteínas y la energía en general aunado a los micronutrientes pueden provocar una inmunosupresión (Gleeson, 2016) por lo cual se han creado estrategias nutricionales para promover el restablecimiento de las funciones del sistema inmune (Gleeson, 2016; Peake et al., 2017).

Se ha demostrado que la ingesta de proteína post ejercicio evita una disminución en células del sistema inmune (granulocitos). En cuanto a los antioxidantes, no existe evidencia contundente sobre los efectos de su ingesta sobre el sistema inmune. En efecto, muchos atletas pueden llegar a consumir grandes cantidades de éste para evitar algún tipo de enfermedad, sin embargo, existe evidencia que puede interferir con las adaptaciones que son uno de los objetivos del entrenamiento (Peake et al., 2017).

La ingesta de HC han demostrado tener una disminución de neutrófilos, monocitos y linfocitos, así como en la fagocitosis de granulocitos y monocitos sanguíneos. Así mismo se ha observado una disminución en la incidencia de las enfermedades del sistema respiratoria superior (Gleeson, 2016; Peake et al., 2017).

**Reposición de Líquidos.** Es importante mencionar, que las diversas estrategias de recuperación, con su respectivo enfoque de macronutrimiento, presentan una relación importante con el consumo de líquidos. Además, que, el aporte de fluidos toma mayor consideración en los ambientes calurosos y húmedos (García et al., 1996). Por lo que el principal objetivo de la reposición de líquidos es preparar al cuerpo para la siguiente sesión de entrenamiento (Baechle & Earle, 2007).

El agua es un aspecto fundamental en la dieta diaria, por lo que es muy importante mantener en el balance adecuado nuestra agua corporal total (TBW). Sin embargo, existen muchos factores que se conjuntan para conocer cuál es la cantidad adecuada de ingesta de agua (Orrù et al., 2018); debido a si no se realiza una reposición adecuada de los líquidos se puede presentar una deshidratación, siendo una pérdida de agua y solutos (Burke & Cox, 2010; Hawley & Burke, 2000a).

Las estrategias que se deben llevar a cabo posterior al ejercicio es la rápida reposición de líquidos, siendo del 150% de los líquidos perdidos durante el ejercicio, esta estimación debe realizarse mediante la diferencia de peso (inicio y término del entrenamiento) en la sesión de entrenamiento durante las 4 horas posteriores al ejercicio, por lo tanto, si el atleta perdió 1 kg, la reposición de líquido debe ser de 1.5 L, debido a si se realiza al 100% (1 kg = 1 L) esto favorecería la micción, continuando así con el estado de deshidratación (Baechle & Earle, 2007; McDermott et al., 2017).

Un aspecto importante es cuidar que la cantidad ingerida este regulada alrededor de 400 -600 ml, debido a es el volumen del estómago, en un rango de 3-8% de HC, debido a si es mayor el vaciamiento gástrico se vuelve más lento. Así mismo se debe procurar la ingestión de electrolitos de por lo menos 225 mmol de sodio en la bebida (Burke & Cox, 2010; Sawka et al., 2007).

Importante mencionar que la Cafeína no favorece la diuresis si se consume en cantidades de 3 mg/kg, así mismo la CR no muestra efectos adversos en el proceso de la rehidratación, sin embargo, el alcohol si favorece la diuresis, lo cual retarda el proceso de rehidratación (McDermott et al., 2017).

No obstante, por más esfuerzos que el equipo multidisciplinario enfatiza en la ingesta de líquidos, los atletas pierden más del 2% del peso corporal total durante el

entrenamiento; por lo que una estrategia funcional es realizar una hiperhidratación previa a la competencia debido a que retarda la deshidratación (Goulet et al., 2008).

Por todo lo antes mencionado, la recuperación como se describe anteriormente, es un aspecto muy amplio y muy complejo que se ve influenciado por una gran variedad de factores (Kellmann et al., 2018) por lo que si no se tiene un manejo adecuado de las técnicas la recuperación podría ser insuficiente, produciendo una *subrecuperación*, debido a que la regeneración es incompleta por lo que el organismo no logra alcanzar al nivel inicial (previo a la aplicación de la carga). En cambio, se dice que es una *recuperación simple* cuando es posible alcanzar el nivel inicial. Sin embargo, si la recuperación supera el nivel inicial, se establece que es una *superrecuperación*. Por lo cual el organismo está preparado para un aumento de la calidad y cantidad de la carga. Este aspecto está muy ligado con el principio de supercompensación

### ***Ley General de la Supercompensación***

Tiene como fundamento la ley de Selye, que lo llamo inicialmente el Síndrome general de adaptación (SGA), y basó su trabajo en lo realizado por Folbrot diez años antes. Selye planteó que existen dos formas de estrés, uno que produce una mejora y un estrés negativo que produce decaída o detrimento. Por lo que, en un entrenamiento bien planificado, se busca someter al cuerpo a un desequilibrio homeostático para así producir un estrés beneficioso (Bompa & Buzzichelli, 2019a; Siff & Verkhoshansky, 2015).

El SGA presenta tres reacciones o fases, si se presenta una repetición de un estímulo adecuado, que se explicarán a continuación (Siff & Verkhoshansky, 2015; A. Vasconcelos, 2005c):

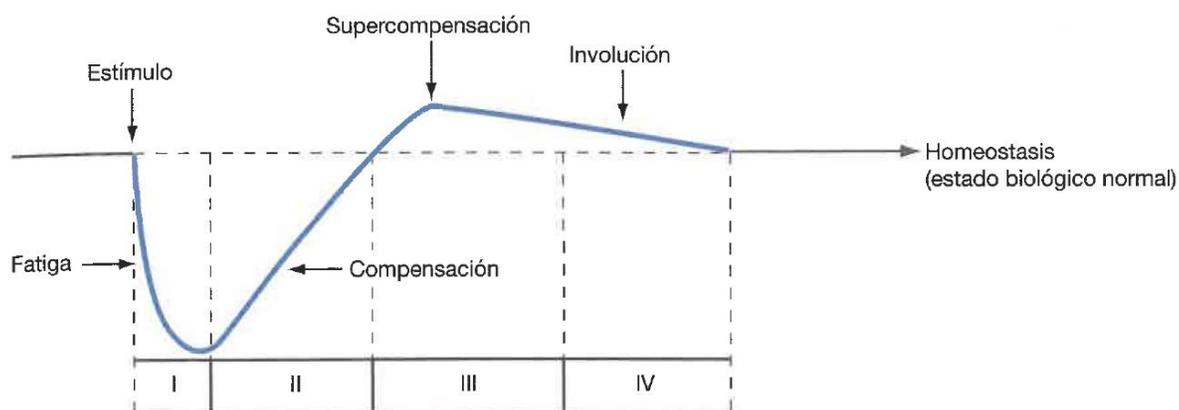
- *Reacción o fase de alarma*: Al someter al cuerpo a un estímulo con una intensidad adecuada, promueve una estabilidad, que provoca así un desgaste en el organismo presentándose una fase de choque seguida por una de contra choque. Es en este momento donde es posible cruzar el “nivel inicial” de homeostasis, creando así uno nuevo.

- *Reacción o fase de resistencia:* Es el tiempo que puede mantenerse el nuevo estado de homeostasis. Puede presentarse entre la semana 3 y 6 de la aplicación del estímulo.
- *Reacción o fase de agotamiento:* Se presenta cuando no puede tolerar por más tiempo el proceso de lucha y superación del estímulo en cuestión. Es decir, se observa un detrimento del nuevo estado de la homeostasis. Se puede presentar en la semana 8-16.

Sin embargo, Weigert es el primero que lo nombra con el concepto de *Supercompensación* el cual expone que la repetición de grandes estímulos no solo va en búsqueda de la recuperación del potencial por lo contrario, conllevan un incremento por encima del nivel inicial (Ver figura 5) debido a todo estímulo aplicado a un individuo causará una alteración en la homeostasis, así como cualquier esfuerzo producirá algún desgaste (Cañizares & Carbonero, 2017; Dieguez, 2007). Es decir, que es la relación que existe entre el trabajo y la recuperación provocada por tres factores, siendo éstos: una adaptación física, una estimulación a nivel metabólico, así como una fortaleza del sistema de neuropsicología (Bompa & Buzzichelli, 2019a).

## Figura 5

### *Ley de la Supercompensación*



*Nota.* Adaptado de “Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento”, por T. Bompa & C, Buzzichelli, 2019, Tutor (pp. 25–30)

Así mismo el cuerpo se adaptará según a la intensidad del estímulo aplicado presentando así modificaciones y adaptaciones en todos los procesos que interviene para crear la homeostasis. Al cruzar el período de recuperación, el individuo presenta una respuesta aumentada, teniendo así una mejora en el rendimiento (Cañizares & Carbonero, 2017; Dieguez, 2007).

Beneficia tanto al deportista en diversos aspectos como el manejo y afrontamiento del estrés y las intensidades altas provocadas por los entrenamientos; así como para los entrenadores, que se convierte en una herramienta para la creación de entrenamientos con estructuras adecuadas para cada atleta. De igual manera evita que se presente el sobre entrenamiento, por lo que sugiere al entrenador realizar variaciones de las intensidades. Aunado a lo antes mencionado las ciencias aplicadas al deporte se vuelven fundamentales para poder lograr que se cumpla la supercompensación (Nutrición, fisioterapia, psicología) (Bompa & Buzzichelli, 2019a).

Para comprender de una mejor manera la supercompensación, se pueden distinguir cuatro fases, observadas en la figura 5 y se describirán a continuación (Bompa & Buzzichelli, 2019a):

- *Fase I (De 1-2 horas)*: Posterior al estímulo, se presenta fatiga (por mecanismos centrales o periféricos).
- *Fase II (De 24-48 horas)*: se presenta restablecimiento de sustratos energéticos, teniendo una elevación del consumo energético en reposo debido al aumento del metabolismo proteico. Se establece que es el comienzo de la fase anabólica.
- *Fase III (De 36 a 72 horas)*: Se produce la supercompensación, presentando depósitos de glucógeno completos por completo, así como una supercompensación en el aspecto psicológico.
- *Fase IV (De 3 a 7 días)*: Si el atleta no se somete a otro estímulo de entrenamiento, se presentará una disminución de la ganancia fisiológica producida en la Fase III.

Es importante conocer en qué fase o etapa de la supercompensación se encuentra nuestro deportista, debido a observar síntomas y signos de fatiga en el sujeto tiene un grado alto de subjetividad, sin embargo si realiza una planificación

adecuada, será sencillo observar las fases, respetando la evolución y tiempos de cada sujeto, se podrá aprovechar los beneficios fisiológicos creados por el entrenamiento, que conllevará así a tener una mejora en el rendimiento deportivo y así poder crear adaptaciones en el organismo (Campos & Cervera, 2003).

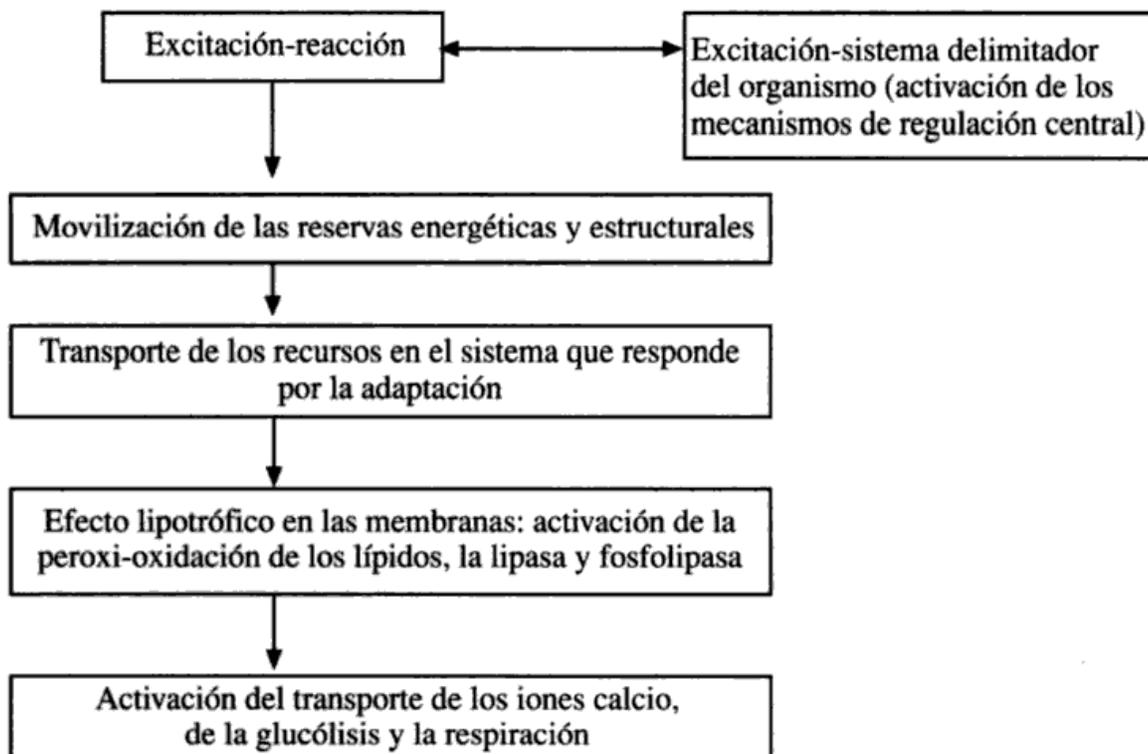
### **Adaptaciones**

Se define como la estabilidad entre la actividad con la interacción de los sistemas y tejidos, así como los mecanismos de dirección (Mischenko & Monogarov, 2001a). Se establece, que es la adición de las modificaciones resultantes producidas por la reiteración sistematizada del ejercicio, dichas modificaciones, a nivel tanto estructural como fisiológico se producen debido a las demandas establecidas en los entrenamientos estipulados de acuerdo con el volumen, intensidad y frecuencia del mismo (Bompa & Buzzichelli, 2019a).

Para poder crear las modificaciones (Ver figura 6), se tiene que someter a una carga específica (se somete a una excitación), por lo cual crea una reacción consistente con una movilización apresurada de diversos mecanismos a nivel fisiológico (metabolismo energético y estructural) para poder responder a la carga que se somete hasta llevar a la fatiga al organismos e ineludible disminución de la actividad a nivel funcional (Mischenko & Monogarov, 2001a).

**Figura 6**

*Representación esquemática de los mecanismos de adaptación*



*Nota.* Adaptado de “Fisiología del deportista”, por V. Mishchenko & V. Monogarov, 2001, Paidotribo (pp. 11–12)

Posterior a muchos años de trabajo realizado adecuadamente, se puede presentar un rendimiento adecuado en un atleta, mediante el cual crea modificaciones en su organismo, específicos en cada deporte. Cuando mayor sea el nivel que presente de adaptación, mayor potencial podrá alcanzar. Por lo que el objetivo primordial de un entrenamiento es provocar adaptaciones que lleven a una mejora en el rendimiento general del atleta (Vasconcelos, 2005c).

Por tanto, que las adaptaciones son adecuadas para cada entrenamiento y tipo de deporte, estas deben ir en función del sistema energético que predomine en el mismo, así como la etapa del entrenamiento que se encuentren y el grado de entrenamiento que posea el atleta. Así mismo es importante tomar en cuenta la

complejidad de la adaptación que se quiere crear en el deportista (Bompa & Buzzichelli, 2019a).

Así mismo, las adaptaciones se presentan por dos vías, siendo la primera la vía inespecífica que es la que se relación con los sistemas de regulación del organismo, siendo el endocrino y el suprarrenal; y el camino específico que está relacionado con los sistemas de transportación de sustancias. Ambas vías se presentan simultáneamente. Por tal motivo, diversos sistemas en el cuerpo presentan adaptaciones al someterse a un entrenamiento adecuado que serán enlistadas a continuación (Mischenko & Monogarov, 2001a):

- *Cardiovasculares*: Crea adaptaciones en cuanto al tamaño cardíaco, volumen sistólico, así como también a la frecuencia cardiaca, gasto cardíaco y al volumen sanguíneo(Merí, 2005).
- *Respiratorias*: Es posible un incremento de  $VO_{2max}$ , así como presentar adaptaciones en la ventilación pulmonar, ventilación pulmonar máxima y la difusión pulmonar(Merí, 2005).
- *Sanguíneas*: Al hablar del volumen plasmático, así como las funciones y características que desarrollan los glóbulos rojos (Hematocrito, Viscosidad en la sangre), glóbulos blancos (en cuanto a la cantidad) así como las plaquetas, respecto al tamaño y cantidad (Barbany, 2002a).
- *Neuromusculares*: Se ven modificados aspectos de coordinación, patrones motores, hipertrofia muscular, así como el reclutamiento de unidades motoras, génesis de mitocondrias, tasa de codificación (Bompa & Buzzichelli, 2019a; Merí, 2005).
- *Metabólicas*: En cuanto a las reservas energéticas, así como a la tolerancia del lactato y de la misma manera la red de capilares (Merí, 2005).
- *Digestivas*: Secreciones de hormonas y de factores humorales (Barbany, 2002a).
- *Renales*: Se observan modificaciones de las funciones del glomérulo y de los túbulos renales (Barbany, 2002a).

Se puede establecer que no es suficiente tan solo una aplicación de la carga, sino que es necesaria una progresión de la misma, debido a las adaptaciones y

mejoras se observará en cuanto exista un aumento progresivo (Bompa & Buzzichelli, 2019b).

Aunado a lo mencionado anteriormente, para conseguir efecto adecuado es necesario realizar un plan individualizado de acuerdo con las habilidades del deportista, fase de entrenamiento, así como presentar una relación adecuada entre volumen e intensidad, presentando así un desarrollo deportivo adecuado (Bompa & Buzzichelli, 2019c).

Para poder conocer si se presentan evoluciones y adaptaciones en el atleta, se expone la necesidad de realizar evaluaciones de los diversos aspectos que intervienen tanto en el entrenamiento como en aspectos físicos específicos del deporte y etapa del entrenamiento. Así mismo dichas evaluaciones se realizan para poder obtener valores ideales del deporte y del atleta y éstas pueden ser en campo o en un laboratorio especializado (Cancino, 2011; Martin et al., 2014).

### **Evaluaciones en el deporte**

Con la finalidad de que el equipo multidisciplinario que trabaja alrededor de un deportista pueda realizar y dirigir sus acciones de manera adecuada, necesita conocer las modificaciones que el entrenamiento ha causado en su organismo. Por lo cual, es necesario que las evaluaciones sean una parte importante en la planificación del entrenamiento (Vasconcelos, 2005b).

La evaluación se define como el reconocimiento y la puntuación personal de los diversos componentes del rendimiento deportivo y se debe realizar fundamentado en aspectos médicos y deportivos (Weineck, 2005c).

Dichas evaluaciones pueden realizarse en un ambiente controlado o en el campo de acuerdo con lo que sea más factible para el evaluador y el evaluado (Mac Dougall et al., 2005). Entre las diversas pruebas que pueden realizarse encontramos que se establecen aspectos tales como: *encuestas o entrevistas, observaciones, evaluaciones psicológicas, evaluaciones que engloban aspectos de medicina deportiva (Cardiología, fisiología, bioquímica), test de análisis de anato-funcionales, test deportivo motor* (Weineck, 2005c).

Así mismo, las pruebas se pueden realizar en un ambiente controlado, siendo éste en un laboratorio, que son más precisas, sin embargo, los altos costos de éstas

se vuelven poco accesibles realizarlas. Por otro lado, existen las pruebas de campo, que son basadas en fórmulas o métodos indirectos, presentando bajo costo y siendo más accesibles para realizarlas (Cancino, 2011).

A continuación, se presentará los factores que pueden afectar el rendimiento, la recuperación y las adaptaciones, así como ejemplos de los test más importantes para la investigación descrita en este documento en cada uno de los factores.

### ***Rendimiento Físico***

Las principales evaluaciones realizadas pueden agruparse en cuatro categorías siendo éstas: Potencia, velocidad, resistencia y por último resistencia extrema (MacDougall et al., 2005).

Los test para evaluar el rendimiento físico se pueden catalogar en dos aspectos, test directos e indirectos. Se entiende por *test directo* la evaluación al rendimiento deportivo en su aspecto complejo, es decir de características asociadas a una competencia. Por el contrario, un *test indirecto* es el que evalúa algún componente en específico, una característica aislada del rendimiento practicado ya sea en el entrenamiento o en una situación especial (Weineck, 2005c). Esta característica es importante evaluar debido a que en muchas ocasiones para que las cuestiones técnico-tácticas pueden realizarse de una mejor manera se debe de tener ciertas cualidades físicas desarrolladas (Kons et al., 2017).

### ***Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC)***

Uno de los medios que ha tomado importancia, como herramienta en la adaptación en el entrenamiento en los últimos años es la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), debido a es un mecanismo que evalúa el control de las reacciones fisiológicas ante una actividad física. Se define como las variaciones presentadas en el espacio de tiempo en milisegundos entre latidos consecutivos, es decir la diferencia de tiempo entre cada una de las ondas R (Del complejo QRS del latido cardiaco; Ortigosa et al., 2018).

LA VFC es un marcador de la función del sistema nervioso autónomo, encargado de la lucha y la huida. Así mismo se divide en dos siendo el sistema simpático y parasimpático (Hall, 2016). Se establece que, al realizar ejercicio el sistema simpático predomina debido a las demandas metabólicas en el trabajo de los

músculos, debido a existe un aumento en el flujo sanguíneo en la piel para regular la temperatura corporal, aunado a una adecuada perfusión a los demás órganos y por el contrario se presenta una disminución del sistema parasimpático (Javorka et al., 2002; Michael et al., 2017).

Sin embargo, al término del ejercicio se activan los procesos de recuperación mediante el accionar del sistema parasimpático y el tono vagal, provocando así la supresión de los mecanorreceptores de los músculos, restableciendo el barorreflejo del sistema arterial en un nivel menor. Así mismo se presenta una desaceleración de la frecuencia cardiaca que disminuye con el transcurrir del tiempo post ejercicio. Este último factor va a depender de la intensidad y eliminación de metabolitos, así mismo una mayor masa muscular activa y un gasto de energía mayor presenta una recuperación más lenta de la VFC debido a estos valores determinan la velocidad y eficacia de la recuperación post ejercicio (Michael et al., 2017)

Al término del ejercicio es normal que el atleta presente fatiga, reflejado en diversos marcadores bioquímicos, así como disminución del rendimiento, que puede durar de horas a semanas y se ve influenciado en la duración e intensidad del ejercicio como se había mencionado anteriormente, así como la temperatura y humedad. Se establece que la VFC evalúa primordialmente la actividad parasimpática siendo sus marcadores principales la RMSSD, siendo una medida del tiempo (Se define como el cuadrado de la raíz de las diferencias del intervalo RR), el SD1 (Desviación estándar perpendicular a la línea de identidad del diagrama de Poincaré), siendo una medición no lineal y el dominio de frecuencias, se encuentra el AF (alta frecuencia; (Gifford et al., 2018; Michael et al., 2017; Shaffer & Ginsberg, 2017).

### **Sueño**

Parte fundamental de la recuperación se realiza en el período en el cual el atleta realiza la fase del sueño (Andrade et al., 2020; Stavrou et al., 2020; Troynikov et al., 2018). Es importante mencionar que éste, se puede dividir en dos estadios siendo la Fase REM y No REM. En la primera se presenta movimiento rápido ocular (Rapid eyes movement) y en la segunda ya no se presenta dicho movimiento (Non-rapid eye movement; Doherty et al., 2019; Troynikov et al., 2018). Así mismo la Fase No Rem

puede subdividirse en 4 etapas que representan progresivamente estadios más profundos (Troynikov et al., 2018).

Se ha demostrado que la Fase no rem es donde se presenta la mayor parte de la recuperación principalmente en las Etapas 3 y 4, donde la actividad cerebral es mínima, no obstante, se ve potenciando el trabajo del sistema inmune, así como todos los procesos de reparación de tejidos y adaptaciones al entrenamiento (Troynikov et al., 2018).

Aunado a lo mencionado anteriormente, se ha demostrado que una disminución de la duración y calidad del sueño, así como dificultades para conciliarlo puede resultar en resultados desfavorables en cuanto a la salud mental, bienestar general a corto y largo plazo, y de igual manera en el rendimiento deportivo y académico (Benjamin et al., 2020).

Debido a la importancia de evaluar el sueño, se han creado diversos métodos tanto objetivos como subjetivos con el propósito de evaluar uno de los principales problemas siendo las dificultades para conciliar el sueño y la somnolencia durante el día. Por mencionar algunos se tiene a la Escala de Somnolencia de Epworth, diseñada para determinar el nivel de somnolencia durante el día; por otro lado, se tiene el Índice de Severidad de Insomnio, dedicada para evaluar síntomas de insomnio en el mes pasado (Charest & Grandner, 2020; Khalladi et al., 2019). De igual manera se presenta la Escala de Atenas de Insomnio con el fin de evaluar la dificultad para conciliar el sueño (Portocarrero & Jiménez-Genchi, 2005; Soldatos et al., 2000).

### ***Estado de ánimo***

El aspecto psicológico es un rubro importante que debe tomarse en cuenta al momento de evaluar la recuperación y fatiga en el deporte (Sparkes et al., 2018). Se ha encontrado que durante períodos inadecuados de recuperación el estado de ánimo se ve afectado, siendo que la tensión, depresión, ira, fatiga y confusión se presentan elevados (Meeusen et al., 2013).

Para evaluar los diversos cambios de estado de ánimo existen diferentes instrumentos diseños para la misma, entre ellos podemos mencionar a la Escala de ánimo de Brunel (BRUMS) (Brandt et al., 2019), o la Escala de Valoración del Estado de Ánimo (EVEA) diseñado para evaluar cuatro estados de ánimo (Pino-Sedeño et al.,

2010), de igual manera se ha desarrollado el Perfil de estados de ánimo (POMS), que se presenta en una versión extensa y resumida, así como en inglés y español (Balaguer et al., 1993; Fuentes et al., 1995; McNair et al., 1971).

### **Bioquímicas**

El organismo sometido a un entrenamiento de forma repetida presenta adaptaciones biológicas para resistir las variaciones de las cargas. Por lo cual es importante evaluar el efecto de las mismas sobre variables biológicas, debido a que se ha demostrado que análisis sanguíneos pueden orientar el control del proceso del entrenamiento y evaluar efectos agudos y crónicos de las mismas (Cancino, 2011).

Por lo tanto, el control bioquímico, se define como un medio complejo, pero con alta eficiencia para conseguir un correcto sentido del entrenamiento deportivo a través de los datos obtenidos de los análisis bioquímicos. Los cambios presentados en el metabolismo del cuerpo humano con relación a la masa muscular han sido estudiados desde hace más de un siglo (Virus & Virus, 2011).

Se pueden considerar evaluaciones de sangre, con el fin de conocer los niveles de hormonas, parámetros inmunológicos, análisis de orina, sudor y tejido muscular (Virus & Virus, 2011). Entre las diversas evaluaciones pertinentes se pueden destacar la *Biometría hemática* (Examen completo de sangre, que evalúa tres componentes, la serie roja, serie blanca y las plaquetas) y los *Electrolitos séricos*: Se evalúan la cuantificación de electrolitos principales como Sodio, Cloro, Potasio, Fosfato y Magnesio en sangre (López-Santiago, 2016; Pabón, 2014).

### **Orina**

Es muy importante monitorear el estado de hidratación para así poder exponer el máximo rendimiento, y también cuidar la salud de los atletas. De igual manera, es importante debido a que ayuda a optimizar muchas funciones fisiológicas (Zubac et al., 2018).

Existen diversas técnicas para evaluar el estado óptimo de hidratación, sin embargo, las más precisas y válidas no se encuentran disponibles para la mayoría de las personas debido a su alto costo (Capitán-Jiménez & Aragón-Vargas, 2009; Mayol, 2011; Oppliger & Bartok, 2002a). Entre las más utilizadas se encuentran: La Gravedad específica de la orina (Análisis de la densidad de la orina, comparada con la del agua

bidestilada), Color (Se determina por la cantidad de Urobilina presente en la orina) y cambios en el peso corporal (Teniendo una medición previo y posterior al entrenamiento) (Fernández-Elías et al., 2014; Mayol, 2011; Oppliger & Bartok, 2002b).

### ***Composición Corporal***

Brinda información respecto a las dimensiones del atleta, debido a se ha considerado que son fundamentales las características físicas son fundamentales para el desempeño deportivo. Debido a esto, es imprescindible realizar una valoración de la composición corporal a través de variables antropométricas, que deben ser parte de una valoración continua de todo atleta para poder tener un parámetro para monitorear el rendimiento individual o en equipo, y si se requiere resalir modificaciones en el entrenamiento (Bahamondes et al., 2012).

La antropometría es un método doblemente indirecto que tiene fundamento en ecuaciones matemáticas, es un método muy utilizado para realizar la medición corporal de los sujetos, es de bajo costo y fácil su transportabilidad. Se pueden realizar diversas mediciones como: *Fraccionamiento en 5 masas* (División del cuerpo en cinco componentes: Masa muscular, masa adiposa, masa residual, masa ósea y piel), *Sumatorio de pliegues* (Mediante la evaluación de los pliegues, se puede conocer la grasa corporal localizada en tejido subcutáneo; Garrido-Chamorro et al., 2012; Suverza, 2010).

### ***Síntomas Gastrointestinales***

Al momento de realizar ejercicio, el flujo sanguíneo se distribuye hacia los músculos para proveer Oxígeno y hacia la piel para disipar el calor producido por el mismo, lo cual hace que disminuya un 80% el flujo sanguíneo hacia el sistema digestivo, que puede producir malestar gastrointestinal. De igual manera, realizar ejercicio en ambientes calientes pueden provocar dicho malestar (Costa et al., 2016; Jeukendrup et al., 2000).

Los síntomas presentados son diarrea, vomito, distensión abdominal, cólicos. Los atletas más recurrentes en presentar dichos síntomas son los deportistas de resistencia (Costa et al., 2016; Jeukendrup et al., 2000), no obstante, los atletas de combate también pueden presentarlos (Reale et al., 2017).

La manera en la cual se pueden evaluar los síntomas gastrointestinales, es mediante exploración física de un experto, escalas o instrumentos (Costa et al., 2016). Uno de los instrumentos diseñados es la Escala de Evaluación de Síntomas Gastrointestinales (GSRS), así mismo existe el Cuestionario de Calidad de Vida de Reflujo y Dispepsia (QOLRAD; Kulich et al., 2005). Una de las escalas más utilizada en el deporte es la establecida por Jeukendrup et al. (2000) que va del 0 al 10 donde 0 es la ausencia del malestar y 10 es extremadamente intenso.

Las evaluaciones mencionadas pueden ser aplicables para cualquier deporte, sin embargo, es recalcar que cada uno presenta características primordiales que son fundamentales evaluar; por lo que es necesario encontrar las pruebas más específicas para cada deporte (Mestre, 2004).

### **Deporte**

Se puede expresar como la actividad deportiva, ya sea individual o en grupo, que se practica en forma competitiva teniendo en cuenta el tiempo, distancia, así como el esfuerzo y resistencia para obtener la mejora que implica el realizar el ejercicio físico incrementándose cuando se participa en una competencia (Alcoba, 2001).

Por lo que conlleva a que se realicen actividades motrices muy específicas, teniendo como objetivo principal la mejora de las aptitudes físicas para así poder lograr los resultados deportivos deseados (Platonov, 2001b; Zhelyazkov, 2018) mediante un complejo proceso de selección de los deportistas, teniendo en cuenta los más aptos. Para así puedan ir en búsqueda de la perfección de la técnica, basada en actividades intensas y repetitivas (Bompa, 2005; Platonov, 2001b).

Tomando en cuenta las actividades motrices específicas, se han tratado de agrupar los diferentes tipos de deportes; como los que presentan movimientos a máxima intensidad (Deportes cíclicos), otros donde predomina la resistencia, al igual existen los deportes de alta intensidad pero intermitentes (Deportes de equipo) y aunado a los antes mencionados, se presenta otro tipo de deporte en el cual se caracteriza por enfrentamientos entre los participantes, y en su mayoría, son deportes individuales, siendo estos los deportes de combate (Mestre, 2004).

## ***Deportes de Combate***

Los deportes de combate podemos definirlos como las disciplinas que tienen lugar entre dos personas, con una duración específica. Se tiene como instrumento el cuerpo del oponente, presentando un contacto corporal permanente en un espacio especializado y delimitado para cada deporte. El objetivo del combate es buscar al oponente más fuerte y hábil (Atencia, 2000) en el mismo tipo de confrontación, mediante la utilización de diversas técnicas como golpear, sujetar o inmovilizar al adversario; demostrando así, el saber luchar, donde se establece que el deportista es capaz de encontrar una solución a las situaciones que se presenten durante un combate o competencia (Avelar & Figueiredo, 2009; Kons et al., 2017).

Existe una gran variedad de deportes de combate, que pueden ser olímpicos o no. Los primeros son: Lucha, Judo, Tae Kwon Do, Karate, Boxeo, Esgrima. Entre los deportes no olímpicos podemos encontrar: Jiu Jitsu, Brazilian Jiu Jitsu, Muaythai, Sambo, MMA (Artes Marciales Mixtas, por sus siglas en inglés; Mendes et al., 2013)

Se pueden presentar dos orígenes diferentes de las diversas disciplinas de combate, aquellos cuyo origen proviene de las artes marciales orientales como judo, taekwondo, karate; mientras que la lucha y el boxeo remonta sus orígenes al oeste, la antigua Grecia (Carrizo, 2003).

Así mismo, existe otra gran clasificación para los deportes de combate, siendo la característica principal el *tipo de evento*, es decir, el taekwondo, boxeo y la esgrima, se consideran como *combates de golpe* o también llamado striking eventos donde el objetivo es que los competidores, utilizando sus extremidades ya sea superiores o inferiores, utilicen los golpes para así conseguir puntos a su favor o poder lograr un knockout., utilizando así la táctica de uno mismo (Reale et al., 2017; Vasconcelos et al., 2020) .

En cuanto a los deportes como la lucha, judo, MMA, que son agrupados como un *deporte de agarre* o también llamado grappling, que como su nombre lo dice los participantes intenten inmovilizar o controlar los movimientos del contrario para así poder conseguir una posición dominante en el piso o área establecidas para cada uno de los deportes o para así buscar una sumisión, mediante la utilización de

hiperextensiones forzadas de diversas articulaciones del ponente o con la utilización de estrangulamientos, cuando es permitido (Reale et al., 2017).

Otros autores también pueden agregar una clasificación además de las dos antes mencionadas, siendo que pueden existir deportes que son un conjunto de ambas, striking o grappling, teniendo por nombre Mixed-style, sin embargo, se presenta en mayor representación alguna de las dos (Barley et al., 2019).

Las disciplinas se establecen como métodos de combate y/o de autodefensa, tomando importancia a diversos aspectos de carácter físico, estratégico, filosófico y tradicionales. Por lo antes mencionado, se determina que puede tener un carácter ofensivo o defensivo, presentado la alternativa de practicarse con el uso de armas propias de cada sistema (Menéndez, 2017).

De igual manera, el deporte de combate puede caracterizarse de acuerdo con la distancia en la que se exponen los combatientes, que tiene por nombre distancia de enfrentamiento motor; dicha distancia se ve influenciada por la reglamentación de cada disciplina y es lo que caracteriza el tipo de confrontación (Avelar & Figueiredo, 2009).

Así mismo, un aspecto importante en la distancia de enfrentamiento es la distancia de guardia, debido a que representa la distancia de enfrentamiento motor que separa a los competidores, inmediatamente previo a la acción. Partiendo desde este último punto señalado, se establece que se pueden presentar tres tipos de distancia en el deporte de combate al momento de realizar un ataque (Parlebas, 2001).

- *Distancia de guardia nula*: Aquel deporte donde el enfrentamiento se realiza con un contacto fijo, que en ciertos momentos es de tipo envolvente como lo representado en la lucha estilo libre y grecorromano; y con un tipo de guardia donde se tiene un agarre como se presenta en el judo.

- *Distancia de guardia pequeña*: Las acciones se llevan a cabo en el espacio próximo al participante, un claro ejemplo es el boxeo, donde los contactos son interrumpidos hacia el contrincante.

- *Distancia de guardia media*: Se presenta en la esgrima, debido a que se enfrentan con un arma (dependiendo de la clasificación pudiendo ser florete, sable, espada, etc) ya que, mediante la utilización del implemento, los contrincantes pueden encontrarse separados por varios metros.

En cuanto al aspecto físico, las capacidades condicionales específicas de los deportes de combate establecen que los atletas deben desarrollar de manera primordial la fuerza y potencia a nivel muscular, así como un buen desarrollo de la potencia aeróbica y capacidad anaeróbica, estableciéndose así una mayor capacidad para resistir esfuerzos repetidos de alta intensidad (Mata-Ordoñez et al., 2018). Por lo que, el glucógeno es utilizado como la mayor reserva de energía en el deporte de combate, utilizando primordialmente la glucólisis anaeróbica como vía energética (Lingor & Olson, 2010; Mata-Ordoñez et al., 2018) por lo que los HC son la principal fuente de energía en el combate (Barley et al., 2019).

Todos los deportes de combate, a excepción de la esgrima se rigen por divisiones o clases de peso, es decir, para que un atleta pueda participar en una competencia, es necesario que cumpla con un peso establecido de acuerdo con la reglamentación de dicho deporte (Yang et al., 2015).

Por dicha característica antes mencionada, los participantes intentan realizar una pérdida de peso de manera muy rápida para así manipular su peso corporal usual, con el fin de competir en una categoría más ligera para obtener una ventaja, teniendo un rival más débil, llevando a cabo un diverso número de estrategias para realizarlo (Franchini et al., 2012; Martínez, 2013; Reale et al., 2017; Yang et al., 2015).

**Pérdidas Rápidas de Peso (PRP).** Es la forma en que los atletas de deportes de combate realizan una pérdida de peso de manera rápida, utilizando aleatoriamente diferentes técnicas extremas para realizar este proceso (Herrera-Valenzuela et al., 2018), con el fin de presentar una ventaja al tener un contrincante más pequeño, más ligero y más débil (Franchini et al., 2012). Aunado a esto lo realizan para tener un sentimiento de un “verdadero” competidor, debido a que se ha demostrado que aumenta el compromiso previo a la competencia (Pettersson et al., 2013).

La evidencia apunta a que la primordial selección de las estrategias se ve influenciada por el entrenador y los compañeros de entrenamiento y los amigos del mismo deporte para la realización de la PRP, teniendo menos influencia los nutricionistas y los médicos (Connor & Egan, 2019; Franchini et al., 2012).

Como ya se mencionó, la mayoría de los atletas han utilizado la PRP alrededor del 53% en su vida deportiva (Barley et al., 2019), siendo que los profesionales lo

realizan en mayor número de ocasiones que los amateurs (Connor & Egan, 2019). Asimismo, se ha encontrado que el género no muestra diferencia, debido a que los hombres y las mujeres lo usan por igual (Artioli et al., 2010). Sin embargo, la edad es algo que es muy importante al realizar dichas pérdidas de peso de manera rápida y lo alarmante es que la PRP ha demostrado que los competidores comienzan a usarlo desde la adolescencia entre los 12 y los 15 años (Franchini et al., 2012).

Las estrategias utilizadas en la PRP varían de acuerdo con cada atleta y su elección puede deberse a la estrategia que más les haya otorgado logros, o la que mayor comodidad les representó (Coswig et al., 2018). Además, se presentan por igual en los deportes olímpicos, debido a que un factor importante son los espacios entre las diferentes divisiones en la competencia, por lo que los atletas siempre buscan competir en la categoría más ligera posible (Reale et al., 2018). Para cada deporte de combate, dependiendo del nivel competitivo, se establecen las divisiones de peso diferente (Tabla 1) siendo que en diversos deportes se presenta un mayor número de las mismas; así como se observa diferencia entre la rama varonil y femenil (Reale et al., 2017).

Debido a lo mencionado anteriormente, se tiene que el 47% de los atletas generalmente reducen el 2-5% de su peso corporal total en aproximadamente 5 días, el 9% solo ha reducido el 2% del peso corporal, el 38% ha reducido un 5-10% del peso corporal, y se ha documentado que alrededor del 5% han hecho una disminución menor del 10% en el peso corporal (Artioli et al., 2016).

**Tabla 1**

*Divisiones de peso en deportes olímpicos de combate*

<i>Deporte</i>	<i>Categoría (Kg)</i>	
	<i>Varonil</i>	<i>Femenil</i>
Lucha Estilo	<57, <65, <74, <86, <97, <125	<48, <53, <58, <63, <69,
Libre		<75

Lucha Greco-Romana	<59, <66, <75, <85, <98, <130, <125	NA
Judo	<60, <66, <73, <81, <90, <100, >100	<48, <52, <57, <63, <70, <78, >78
Boxeo	46-49, 49-52, 52-56, 56-60, 60-64, 64-69, 69-75, 75-81, 81-91, >91	48-51, 57-60, 69-75
Tae Kwon Do	<58, <68, <80, >80	<49, <57, <67, >67

---

*Nota.* Recuperado de “Reale et al 2017”

A continuación, se describe una lista de las estrategias más comunes que llevan cabo los atletas de combate previo a una competencia (Artioli et al., 2010; Connor & Egan, 2019; Franchini et al., 2012; Martínez, 2013).

- Omitir una comida
- Ayunar
- Dieta gradual
- Reducir/restringir los líquidos
- Aumentar la cantidad de ejercicio realizado
- Entrenar en lugares muy cálidos
- Uso de sauna
- Entrenar/usar trajes de plástico
- Escupir, vomitar
- Baños calientes con sal
- Usar píldoras para perder peso, laxantes y diuréticos
- Hiperhidratación

Si presentan un tiempo corto para realizar la PRP (<24 horas) recurren a una pérdida de líquido corporal total, mediante una privación de la ingesta o técnicas que favorecen la pérdida de los mismos (Barley et al., 2019); y si no se tiene una educación adecuada pueden presentar procesos de deshidratación (Reale et al., 2018; Reale et al., 2016), definida como una pérdida de agua y solutos. Dicha pérdida se puede

realizar mediante la respiración, orina, heces en pequeñas cantidades y en ciertos casos el vómito; sin embargo, durante el ejercicio, el agua corporal se elimina a través de la sudoración en el cual se pierden electrolitos a través de este mecanismo (McDermott et al., 2017) .

Existen diversos grados en las que se puede presentar siendo éstas: *Deshidratación leve* (Pérdida de <5% del peso corporal), *deshidratación moderada* (Pérdida del 5-10% del peso corporal), *deshidratación grave* (Pérdida >10% del peso corporal; Álvarez-Calatayud et al., 2006; McDermott et al., 2017).

A partir del 2% de la pérdida de peso se han observado que un aumento en la temperatura del Core, detrimentos del retorno venoso y del volumen sistólico (Goulet et al., 2008; Perreault-Briere et al., 2019). Así mismo, se presenta un descenso en el volumen de sangre, lo que produce un aumento de la osmolalidad del plasma y viscosidad de la sangre, dando como resultado un detrimento del llenado del corazón provocando una reducción del volumen-latido que ocasiona un aumento en la frecuencia cardíaca, produciendo una disminución del gasto cardíaco, lo que conlleva menos flujo sanguíneo por lo cual se da una disminución de la tasa de sudoración, teniendo como resultado un aumento de la temperatura (Mayol, 2011).

Se ha demostrado que el organismo es capaz de soportar una PRP de máximo 4% de la pérdida de agua, sin embargo, existe evidencia refutando lo antes mencionado debido a exponer que se debe tener como máximo un 2-3 % de pérdida de líquidos (Pettersson et al., 2013).

Aunado a la deshidratación, otra forma primordial que utilizan los atletas de deporte de combate para realizar la PRP es mediante una restricción de alimentos, realizando reducción de algunos tiempos de comida extendiéndose, en algunas ocasiones por 12 horas si es que los atletas no logran tener una compresión adecuada de los procesos de nutrición y recuperación. Se ha demostrado que pueden disminuir 35% de la energía durante la PRP, modificando la ingesta de HC, grasas y fibra (Reale et al., 2018; Reale et al., 2016).

Al momento que los atletas realizan las técnicas de PRP con el fin de tener una restricción de los alimentos, si llegaran a pasar más de 10 a 14 horas sin que el cuerpo ingiera glucosa, se desencadenan procesos propios del cuerpo (endógenos)

para poder obtener glucosa. Disminuyendo así la utilización de la misma por los músculos aunado a una disminución de la insulina para dar pie a la acción de hormonas contrarreguladoras, aumentando el cortisol sanguíneo. Debido a esto, se activan procesos metabólicos para la obtención de la glucosa, siendo éstos la glucogenólisis, cetogénesis, proteólisis, gluconeogénesis, lipólisis (Albero et al., 2004).

Dichas técnicas de PRP han sido asociadas a diversos efectos negativos, no obstante, los atletas siguen realizándolas, aun sabiendo que son procedimientos muy agresivos pueden tener influencia en el rendimiento al momento de la competencia, así como principalmente alcanzar efectos perjudiciales en cuanto a la salud se refiere (Artioli et al., 2010; Pettersson et al., 2013).

**Alteraciones a la Salud.** El efecto sobre la salud que puede ser presentado por PRP, irá de acuerdo con la salud general y la composición corporal antes de comenzar el procedimiento de pérdida de peso de cada atleta. Además, es importante la cantidad de peso que el atleta desea perder y el tiempo establecido para realizar la pérdida de peso (Sundgot-Borgen et al., 2013). Así mismo la consecuencia primordial de las PRP es la deshidratación, lo que deriva un aumento en la probabilidad de presentar golpe de calor (Barley et al., 2019).

La composición corporal, es el más afectado en la PRP, presentado descenso en cuanto al peso corporal total, así como pérdida de porcentaje de grasa. En diversas investigaciones se ha demostrado que la masa libre de grasa también se ha visto disminuida (Karila et al., 2008; Martínez, 2013; Sagayama et al., 2014). Al mencionar la densidad mineral ósea no se observan cambios durante el periodo de PRP (Karila et al., 2008; Kondo et al., 2018). De la misma manera se presenta una disminución en el agua corporal (Viveiros et al., 2015).

En relación con la sangre, se ha descubierto una reducción de los niveles de hemoglobina, alrededor de un 5% cuando los atletas pierden alrededor del 5% de la masa corporal. Este hallazgo se debe a una disminución en eritropoyetina, reticulocitos y haptoglobina; asimismo, hay un aumento en la hemólisis, la ferritina y la bilirrubina (Reljic et al., 2016). De igual manera, se presenta un aumento en la viscosidad de la sangre, aumentando así el hematocrito; lo que puede aumentar la probabilidad de una isquemia en el corazón (Barley et al., 2019; Timpmann et al., 2008).

Se ha observado que, si se presentan niveles elevados de deshidratación, se pueden presentar alteraciones en la morfología del cerebro debido a disminuye la fuerza de amortiguación, aumentando la probabilidad de presentar trauma cerebral debido a los golpes que se someten los atletas de combate (Barley et al., 2019).

También se ha informado en la literatura que cuando se atraviesa por el proceso de pérdida de peso, es común tener incidencia de infecciones del tracto respiratorio superior (URTI), que tienen una serie de síntomas característicos, como dolor de garganta y cabeza, acompañados por flujo nasal, fiebre, tos, emesis, fatiga y tos. Debido a cambios en la serie blanca presentando una disminución de leucocitos, linfocitos, monocitos y, en menor medida, neutrófilos. Los valores no son recuperados fácilmente por lo que, al momento de la competencia, todavía presentan valores disminuidos, comprometiendo su desarrollo en el combate (Shimizu et al., 2011).

En cuanto al aspecto hormonal, se describe que la PRP puede conducir a una disminución de la producción de triyodotironina (FT3), testosterona, así como hormona luteinizante. Aunado a estas hormonas, se tiene evidencia de alteraciones a la sensibilidad de la insulina, hormona del crecimiento, cortisol a la globulina de unión de hormonas sexuales y la proteína de unión de hormonas del crecimiento (Barley et al., 2019; Karila et al., 2008; Reljic et al., 2016).

Los atletas que implementan ayuno o inanición disminuyendo así la energía (Kcal) consumida, siendo que el principal nutrimento que presenta una ingesta menor son los HC (Kondo et al., 2018; Matthews & Nicholas, 2016; Reale et al., 2016, 2017) podrían presentar estos signos o síntomas: una pérdida evidente de masa magra corporal, una tasa metabólica disminuida y un agotamiento del glucógeno. Si se utiliza píldoras de dieta en el camino para perder peso, puede presentar una supresión del apetito y, en algunos casos, puede causar un aumento en el índice metabólico (Sundgot-Borgen et al., 2013).

El uso de laxantes y diuréticos, presenta una pérdida de peso debido a la deshidratación y se detienen cuando se suspende el uso. Si se recurre al vómito auto inducido y sauna es seguro que puede producirse un estado de deshidratación y un desequilibrio de electrolitos pudiendo presentar una fatiga extrema, enfermedad, lesión y en algunos casos una disfunción menstrual (Sundgot-Borgen et al., 2013).

En cuanto la orina, se observa un aumento en la gravedad específica de la orina, así como un color más oscuro en la misma, evidenciando una deshidratación por la PRP (Jetton et al., 2013; Lingor & Olson, 2010; Zubac et al., 2016).

En general, el atleta puede presentar mareos, así como irritabilidad o cambios de humor, mayor propensión a los calambres, dolor de cabeza, aumento en la frecuencia cardíaca y una concentración disminuida, aunado a esto se puede presentar sangrado de nariz, bochornos, náuseas o fiebre (Amirsasan et al., 2014).

Es importante mencionar que las alteraciones a la salud presentadas anteriormente pueden presentar repercusiones en el proceso de desarrollo de los atletas (Barley et al., 2019).

**Alteraciones en el Rendimiento.** Debido a que las diversas estrategias utilizadas en la PRP son utilizadas previo a una competencia, se torna importante hablar acerca de las alteraciones que pueda provocar en el rendimiento, no obstante, la información es contradictoria debido a que va en función de la PRP utilizada (Barley et al., 2019).

El rendimiento aeróbico presenta un detrimento si se utiliza la técnica de deshidratación debido a que se presenta una disminución del volumen plasmático, aumentando la frecuencia cardíaca (Franchini et al., 2012; Mayol, 2011). Principalmente una reducción de consumo energético afecta los depósitos de glucógeno por lo que el rendimiento anaeróbico se ve afectado (Franchini et al., 2012), debido a que no presentan un adecuado acoplamiento de células musculares (Excitación-contracción; Barley et al., 2019); no obstante, tiene un impacto mínimo, si se siguen pautas de hidratación y recuperación alimentaria adecuadas (Artioli et al., 2010; Mendes et al., 2013).

Uno de los efectos negativos presentados en el rendimiento es la repetición de esfuerzos, que se evaluó mediante Repeat Sled Push Test (Oliverr. Barley et al., 2018). Así mismo, la fuerza puede disminuir en competidores que están acostumbrados a realizar la PRP de manera constante (Franchini et al., 2012).

La pérdida del 3% del peso corporal provoca una disminución en la fuerza máxima, así como no son capaces de mantener la fuerza posterior a una contracción

que les cause fatiga, por lo que se concluye que el rendimiento neuromuscular se ve afectado (Zubac, et al., 2019).

La fuerza explosiva se ve afecta en la PRP donde intervenga la deshidratación, que fue evaluado mediante el Salto de contramovimiento (CMJ) (Pallarés et al., 2016). Aunado a esto la potencia máxima se observa disminuida y existe un aumento en la fatiga (Cengiz, 2015).

Dichos efectos negativos en el rendimiento, se pueden mantener hasta 24 horas posteriores al pesaje, lo cual puede verse comprometidos los deportes que tengas un sistema de competencia más prolongado (Franchini et al., 2012).

Existe evidencia que fundamenta la premisa que la pérdida de peso no presenta ventaja alguna sobre el éxito en una competencia (Daniele et al., 2016; Zubac, Karnincic, et al., 2018), no obstante, diversas investigaciones afirman que no la pérdida de peso, sino que la recuperación posterior al pesaje tiene éxito competitivo (Coswig et al., 2018; Reale et al., 2016); sin embargo, para definir el éxito competitivo se deben considerar muchos factores (Franchini et al., 2012).

**Ganancia Rápida de Peso (GRP).** Unos de los momentos importante en el deporte de combate es el pesaje. Existe mucha información de las estrategias necesarias para poder alcanzar el peso deseado, sin embargo, las investigaciones en su mayoría, no se han centrado en lo que ocurre al momento posterior al pesaje, es decir, la etapa de recuperación (Reale et al., 2017).

En el deporte de combate existe un período entre el pesaje y la competencia que puede durar entre 2 a 24 horas en promedio (dependiendo del nivel competitivos y el deporte), donde los atletas van en búsqueda de una ganancia de tamaño y/o fuerza sobre el oponente, debido a que se ha observado que un atleta más pesado presenta una ventaja en el combate (Barley et al., 2019; Burke et al., 2021; Reale et al., 2017).

Así mismo, la ganancia de peso post-pesaje tiene mayor importancia, porque se ha observado que es un factor que influye positivamente al éxito en el combate, y no así el weight-cutting, en otros términos, lo trascendental de realizar la pérdida de peso de manera rápida es la cantidad de peso que puede recuperar, minimizando así los efectos negativos de la PRP (Coswig et al., 2018; Reale et al., 2017).

Para la GRP, es importante conocer los momentos en los que se lleva a cabo el pesaje, así como el número de veces que se realizan. Aunado a esto, es importante conocer el sistema de competencia, ya sea la forma en que se realizan los combates o como un atleta se proclama victorioso. Esta información se puede encontrar en tabla 2 (Reale et al., 2017).

**Tabla 2**

*Características de los deportes olímpicos de combate*

Deporte	Procedimiento del pesaje	Formato de Competencia
Lucha estilo Libre	Una vez, noche antes de la competencia	-Toda la competencia para 1 división de peso en un solo día -Mejor de 2 x 3 min rondas -Ganador por inmovilización del adversario en la espalda, por decisión del juez mediante pintas una vez transcurrido el tiempo, o si tiene una diferencia de 10 puntos en el puntaje.
Lucha Greco-Romana	Una vez, noche antes de la competencia	- Toda la competencia para 1 división de peso en un solo día -Mejor de 2 x 3 min rondas -Ganador por inmovilización del adversario en la espalda, por decisión del jurado por puntos una vez transcurrido el tiempo, o si tiene una diferencia de 8 puntos en el marcador.
Judo	-Una tarde, antes de la competencia - Controles de peso aleatorio adicionales en la mañana de la competencia, descalificando a aquellos > 55 en la división de peso	Partido de 1 x 5 min -Ganador por ippon (tirando al oponente en la espalda con fuerza, velocidad y control, forzando al oponente a que se meta con el bloqueo del brazo o el bloqueo, inmovilizar al oponente en la espalda) o por la decisión de los jueces a través de puntos una vez que el tiempo haya transcurrido

Boxeo	En la mañana en el primer día de competencia y mañana de cada día de competencia. - No menos de 3 horas entre el pesaje y el concurso	Competencia de sucesión en días separados -Ganador por nocaut, nocaut técnico, detención de los árbitros o decisión de los jueces por puntos al final de la pelea
Tae kwondo	Una vez, noche antes de la competencia	-3 x 2 min rondas Sistema de puntuación de sensor electrónico -Ganador por nocaut, llegando a una diferencia de 12 puntos al finalizar la segunda ronda, o puntaje superior al final de la pelea

*Nota.* Recuperado de “Acute-Weight-Loss Strategies for Combat Sports and applications to Olympic Success”, Reale et al., 2017b, pp 142-151.

Se ha observado que los atletas pueden igualar el peso presentado o hasta tener un peso mayor al que se registra previo a la pérdida de peso, así mismo a mayor tiempo que se presente el pesaje de la competencia mayor posibilidad de ganar peso, el cual se puede evaluar mediante una fórmula descrita a continuación (Jetton et al., 2013), donde la GRP es la ganancia del peso:

$$GRP = (\text{Peso día de competencia}) - (\text{Peso oficial})$$

Así mismo se conocer el porcentaje del peso aumentado mediante la división entre el resultado de la fórmula anterior, dividido entre el peso oficial y el resultado multiplicado por 100, como se muestra en la siguiente fórmula (Jetton et al., 2013):

$$\% \text{ Peso ganado} = \left( \frac{GRP}{\text{Peso oficial}} \right) \times 100$$

La ganancia de peso se da primordialmente por un aumento en el consumo de los HC, lo cual incrementa el depósito de glucógeno principalmente en músculo y posterior en hígado. Se ha documentado que el 75% del agua recuperada es debido al aumento de dicho depósito, debido a la evidencia demuestra que el glucógeno tiene la capacidad de retraer agua (Matthews & Nicholas, 2016).

De igual manera, se establece que las utilizaciones de dichas estrategias son utilizadas a través de todas las categorías, no obstante, su predominancia se ha presentado en atletas a nivel internacional, y es en este momento es donde se realizan los procesos de recuperación para disminuir los efectos de la PRP(Matthews & Nicholas, 2016).

Para tener una recuperación adecuada, los procedimientos realizados se deben centrar en dos aspectos fundamentales: La rehidratación y la reposición de glucógeno (Burke et al., 2021; Reale et al., 2017).

En cuanto a la rehidratación, es importante tener en cuenta el tipo de bebida, así como la cantidad debido a que un aumento en la densidad energética del contenido gástrico disminuirá el vaciamiento del mismo, así como a mayor cantidad de fluido en el estómago, menor será el vaciamiento gástrico; por lo que se establece que debe realizarse un consumo de 600 -900 ml. No obstante, si se presenta una deshidratación mayor del 3%, el consumo inmediato debe realizarse con 600 ml. El tipo de bebida que se sugiere utilizar dependerá de la forma en la que se realizó la pérdida de los líquidos; es decir si existió una privación del líquido solo debe consumir agua o bebidas deportivas, en cambio si se favoreció la sudoración, perdiendo electrolitos, se debe consumir soluciones orales de rehidratación que contengan 50-90 mmol/L de sodio y con un consumo de 125-150% del peso corporal perdido (Reale et al., 2017).

Aunado a la rehidratación, es importante tener una recuperación del glucógeno, por lo que es importante considerar el tipo de HC, así como el momento de la ingestión y la cantidad, así como la adición de macro nutrientes para así tener una máxima absorción de la glucosa. Se debe tener una ingesta de alrededor de 5-10 g/kg/día, procurando una combinación de diferentes fuentes de HC son recomendados, como la Glucosa y Fructosa, debido a favorecen el transporte del contenido estomacal (Reale et al., 2017)

La selección de los alimentos pueden ser sólidos o líquidos para poder realizar dicha recuperación. No obstante, se debe tener cuidado con la elección de los alimentos o bebidas debido a si se presenta una cantidad mayor de 60 g/h o una solución hipertónica de >10%, debido a se disminuye el vaciamiento gástrico lo cual puede causar malestar gastrointestinal. Se sugiere consumir alimentos líquidos si se presenta un tiempo corto entre el pesaje y la competencia, no obstante, si se tiene un

mayor tiempo entre ambos aspectos, se debe preferir alimentos sólidos (Barley et al., 2019; Burke et al., 2021; Reale et al., 2017).

Por lo antes mencionado, es importante evitar las molestias gastrointestinales, aunado a que en muchas ocasiones llevan a cabo dietas de bajo residuo para así favorecer la pérdida del contenido intestinal. Así mismo la ingesta posterior al pesaje a en búsqueda de recuperar los sustratos y no de causar malestar gastrointestinal. Debido a esto es importante cuidar el contenido de fibra en los alimentos post-pesaje, debido a pueden disminuir el vaciamiento gástrico y la absorción de nutrimentos, provocando incomodidad, que podría intervenir con el rendimiento del atleta en la competencia.

Uno de los efectos negativos del GRP, a largo plazo, se ha demostrado que se presenta un aumento muy sustancial de la energía consumida primordialmente de la grasa, el sujeto puede presentar lípidos en sangre afectados, un aumento en la sensibilidad de la insulina, lo que da como consecuencia un aumento en la probabilidad de desarrollar aterosclerosis (Rankin, 2002).

### **Antecedentes**

Jetton et al. (2013) realizaron un estudio comparativo en peleadores de MMA siendo 38 hombres y 2 mujeres con un mínimo de un año de experiencia (Edad:  $25.2 \pm 0.7$ , Talla  $1.77 \pm 0.01$ , Peso:  $75.8 \pm 1.5$ , porcentaje de grasa:  $13.4 \pm 0.5$ ) con el fin de conocer los cambios presentados en el estado de deshidratación en orina mediante la gravedad específica de la orina (GEO), así como en el peso corporal (PC) previo a la competencia (24 y 2 horas antes), así como la relación existente entre las dos variables. Los resultados se analizaron mediante una ANOVA, la cual arrojó que la GEO disminuyó de  $1.028 \pm 0.001$  a  $1.020 \pm 0.001$  ( $p < 0.001$ ) y el PC aumentó de  $75.8 \pm 1.5$  a  $79.2 \pm 3.7\%$  ( $p < 0.001$ ) en aproximadamente 22 horas antes de la competición. De igual manera, mediante una correlación de Pearson, analizaron la relación entre la GEO y el PC, sin embargo, no se presentó relación alguna. Se establece que, en su

mayoría, los atletas se rehidratan adecuadamente previo a la competencia y el aumento de peso puede referirse por dicha acción.

Fortes et al. (2017) llevaron a cabo un estudio con 39 judocas analizando el impacto de las PRP sobre el rendimiento deportivo, teniendo dos grupos un experimental (GE) con 21 participantes (Edad:  $22.4 \pm 1.8$  años, horas de entrenamiento:  $10.1 \pm 0.6$  horas a la semana, porcentaje de grasa:  $17.5 \pm 5$ ) y otro control (GC) con 21 sujetos de edades de  $22 \pm 1.7$  años, con  $10.2 \pm 0.7$  horas de entrenamiento a la semana, y un porcentaje de grasa de  $18.2 \pm 5.8$ , donde se evaluó la composición corporal y el Special Judo Fitness test. El GE se sometió a un PRP del 5% en 2 semanas con la técnica preferida por el atleta una disminución del rendimiento deportivo y de la composición corporal Por lo que al final, los atletas presentaron una disminución del rendimiento deportivo y de la composición corporal.

Coswig et al. (2018) evaluaron a 18 peleadores de MMA ganadores de medallas en competencias a nivel local, regional, nacional e internacional con Edad:  $25.4 \pm 6.1$ , Talla:  $173.9 \pm 0.2$  cm, Peso:  $89.9 \pm 17.3$  kg, Evaluando los efectos de la PRP y GRP en una competencia examinando la ingesta dietética, el análisis de tiempo y movimiento técnico táctico en los combates (Derribos, golpes, choques, secuencias de golpes, inmovilizaciones, acciones defensivas, intercambio de golpes). Se consideraron dos grupos, Ganadores (G) y perdedores (P), seleccionados posterior a un combate real. Se evaluó la ingesta calórica mediante una prueba de Friedman donde se encontró que fue menor en ambos grupos durante la PRP, sin embargo, el grupo P mostró diferencia significativa en PRP y GRP. Así mismo el grupo G realizó mayor número de acciones durante el combate analizado mediante una regresión lineal. Concluyendo que se puede establecer el mejor rendimiento en peleas debido a la adecuada recuperación post pesaje, por mayor cantidad de glucógeno en los depósitos musculares.

Un estudio realizado por Isacco et al. (2019) evaluaron el rendimiento deportivo (mediante cinco peleas) y perfiles biológicos en una selección nacional de Judo de 20 sujetos (cinturón negro, competidores a nivel nacional, edad de  $24 \pm 5$  años, peso de  $75.5 \pm 7.7$  kg), clasificándolos en dos grupos, un grupo identificado como

GE (Grupo experimental) sometidos a una PRP > 3% con la técnica elegida por los participantes y otro grupo como GC (Grupo control) que mantuvo el peso estable teniendo evaluaciones de composición corporal, energía y parámetros de química sanguínea. Se analizó utilizando el tamaño del efecto (1.3 para error tipo 1 de dos lados y potencia estadística de 80%) observándose una disminución en el GE en las variables de energía y composición corporal, sin embargo, las variables restantes no presentaron diferencia significativa. Por lo que se establece que los efectos de la PRP pueden depender de la magnitud de peso descendido y la recuperación entre pesaje y competencia.

Viveiros et al. (2015) llevaron a cabo un estudio con 31 luchadores siendo 15 hombres ( $13 \pm 2$  años) y 16 mujeres ( $13 \pm 2$  años) que hayan competido en los juegos de secundaria de Brasil, donde el objetivo fue evaluar los cambios provocados por la PRP previo a una competencia, es decir, posterior al GRP. Se evaluó el peso corporal en el pesaje y previo a la competencia, aunado a esto, se evaluaron parámetros de sangre como Hematocrito, Sodio, Hemoglobina, Potasio, Cloro. En cuanto al peso corporal, se encontró diferencias significativas tanto en hombre como en mujeres, no obstante, las mujeres presentaron una ganancia mayor de peso en comparación de los hombres. Los valores sanguíneos no presentaron diferencia significativa con los estándares establecidos.

Un estudio realizado por Matthews & Nicholas et al. (2016) con el objetivo de conocer la magnitud del GRP, por lo que evaluaron el peso corporal, estado de hidratación mediante la orina y consumo calórico a 7 atletas de MMA (con experiencia mínima de un año de competencia, participando en mínimo dos competencias de  $24.6 \pm 3.5$  años,  $69.9 \pm 5.7$  kg con  $3.1 \pm 2.2$  años de experiencia competitiva) en la semana previa a la competencia (7 días antes, un día antes y 1 hora antes de la competencia a excepción de la ingesta, que se evaluó durante la semana de competencia). Se obtuvo que el peso corporal aumento significativamente, siendo mayor del peso oficial. En cuanto a la hidratación, se presentaron deshidratados y severamente deshidratados los atletas al momento del pesaje, sin embargo, posterior a la GRP se observó que los atletas se encontraban bien hidratados. Así mismo las calorías

consumidas (primordialmente de HC) mostraron una diferencia significativa en la GRP en contraste con la PRP.

Un estudio donde se evaluaron a 86 judocas siendo 50 hombres (Peso:  $72.1 \pm 11.4$  kg) y 36 mujeres (Peso  $58.7 \pm 8.6$  kg) en un estudio observacional, con el objetivo de conocer si la GRP tiene relación con en la competencia. Se utilizó el peso del pesaje oficial de la competencia y se realizó un pesaje previo a la competencia (1 hora antes). Donde se encontró diferencia significativa en el peso corporal en la hora previa al combate, en hombres (un aumento en  $2.3 \pm 2.1$  %) y mujeres (Aumento en un  $3.1 \pm 2.1$  %). No obstante, se encontró diferencia significativa en los ganadores de medalla que habían ganado mayor peso corporal entre el pesaje y la competencia en hombres. Sin embargo, Reale et al. (2017) realiza una nueva investigación en 100 boxeadores siendo 70 hombres (Peso:  $66.99 \pm 10.4$  kg) y 30 mujeres ( $58.66 \pm 7.6$  kg), repitiendo la metodología del estudio antes mencionado. Obteniendo que, solo la división más ligera de peso en los hombres es la que presentó diferencia significativa en cuanto al peso recuperado (3%)1 hora previa al combate. No obstante, el peso de todos los atletas fue mayor previo a la competencia sin presentar una diferencia significativa en los combates, es decir, no se relacionaban las victorias con el peso ganado (Reale et al., 2016).

Un estudio realizado con 18 atletas de judo (peso de  $85.3 \pm 8.1$  kg,  $25.3 \pm 5.4$  años,  $179 \pm 6.7$  cm), se evaluó los efectos de la PRP sobre el daño muscular (Creatin kinasa, Aldolasa y Mioglobina). Los sujetos realizaron una pérdida de 5% en tres días. Donde se presentó un aumento en la Creatin kinasa y la Aldolasa en la PRP; por lo que se concluye que la PRP causa daño muscular (Roklicer et al., 2020).

Con el objetivo de conocer los efectos del proceso de PRP en atletas de combate sobre los parámetros hemodinámicos, la modulación autonómica del corazón y el estado de ánimo, Nascimento-Carvalho et al. (2018) realizaron una investigación con 8 sujetos (62.5% de Artes Marciales Mixtas, 25 % de Jiu-Jitsu Brasileño y 12.55% Muaythai) con edades de  $21.62 \pm 1.49$  años, peso de  $71.25 \pm 3.54$  kg, estatura de  $174 \pm 3$  cm, con  $5.37 \pm 0.77$  años de práctica y con  $13.37 \pm 5.78$  competencias, con  $5.37 \pm 0.77$  entrenamientos a la semana con una duración de  $3.05 \pm 0.69$  horas. Donde se

evaluó en dos momentos, 14 y 1 día previo al pesaje, analizando el estado de ánimo mediante el test de Brums Mood Scale, la presión arterial fue medida en reposo con un Baumanómetro digital y la VFC se realizó durante 25 minutos en reposo. Se utilizó una prueba de T-Student para muestras dependientes y una significancia de  $p < 0.05$ . No se presentaron diferencias significativas en el peso, presión arterial ni modulación autonómica (actividad parasimpática), no obstante, el estado de ánimo se vio alterado (Aumento en ira, vigor y fatiga) en lo que respecta al día previo del pesaje, no obstante, se presentó un aumento en la frecuencia cardiaca debido a un aumento en la actividad simpática.

Por otro lado, Marttinen et al. (2011) evaluaron los efectos de la PRP en el peso, rendimiento y el estado de ánimo en 16 luchadores masculinos (Edad:  $20 \pm 2$  años, estatura:  $177.5 \pm 7.2$  cm, peso:  $81.7 \pm 18.2$  kg). Se evaluaron en cuatro momentos, siendo 10, 6, 2 y 0 días antes de la competencia, donde se evaluó el estado de ánimo mediante la aplicación del POMS y el BRUMS, posterior se realizaron evaluaciones de fuerza a través de un dinamómetro de mano y el test de Wingate para evaluar la potencia anaeróbica. Los sujetos perdieron alrededor del 8.1 % del peso (Ejercicio, restricción de alimentos y deshidratación). La mayor pérdida de peso se realizó durante los días 2 y 0 previos a la competencia, así como a mayor pérdida de peso (4%) se volvieron más confusos, sin embargo, en lo que respecta al rendimiento no se presentaron diferencias significativas.

Dunican et al. (2019) realizaron una investigación acerca de la calidad del sueño al momento de realizar la PRP mediante la técnica de la hiperhidratación en 22 atletas de Judo, Lucha, Jiu-Jitsu brasileño y artes marciales mixtas. Se tuvieron dos grupos, el experimental (EXP) con 11 sujetos de  $25 \pm 4$  años,  $78 \pm 9$  kg de peso, altura de  $178 \pm 1$  cm y con  $5 \pm 2$  años de experiencia en el deporte de combate; y el control (CON) que presentó 10 sujetos de  $28 \pm 4$  años,  $79 \pm 8$  kg de peso, altura de  $176 \pm 1$  cm y con  $6 \pm 4$  años de experiencia en el deporte de combate. La intervención duró 8 días donde se evaluó el peso, y la calidad del sueño mediante cuestionarios y monitores de actividad de muñeca. Los resultados demostraron que no existen diferencias significativas entre los grupos, sin embargo, los atletas de combate, en general, presentan tienen una calidad del sueño pobre.

Ööpik et al. (1998) evaluaron a 6 atletas hombre de karate (Edad:  $22.5 \pm 3.2$  años, peso:  $75.2 \pm 4.9$  kg, talla:  $178.2 \pm 2.2$  cm, experiencia de entrenamiento  $5.5 \pm 2.3$  años, 2 atletas con experiencia en la pérdida de peso de forma regular de 1-4 kg) encontrando que el rendimiento muscular mediante pico de torque en un periodo de 5 días de PRP disminuyendo un 5% del peso corporal. Dicho estudio se replicó en dos ocasiones con un mes de diferencia, en una de ellas tuvieron una suplementación de monohidrato de creatina durante 5 días de 20 g/día diluido en 150-200 g de jugo de fruta. Sin presentar diferencia significativa en el pico de torque en ambas intervenciones, por lo que la intervención no mostró una mejora en el rendimiento deportivo.

No obstante, Ööpik et al. (2002) analizaron a 5 atletas de lucha ( $20.6 \pm 0.9$  años,  $73.7 \pm 8.7$  kg,  $179 \pm 7$  cm,  $7 \pm 3.5$  años de experiencia deportiva) en una PRP de 56 horas con una disminución de 5% de peso corporal (replicando el estudio en dos ocasiones con un mes de diferencia), evaluando el pico de torque en un esfuerzo máximo y el peso corporal. En una de las intervenciones se tuvo una suplementación de 320 g de glucosa aunado a 30 g de monohidrato de creatina dividido en 4 tomas de aproximadamente 300-350 ml durante 17 horas posterior al pesaje. Donde no se presentó diferencia significativa en la ganancia de peso, pero si un incremento en el pico de torque en el esfuerzo máximo de un 19.2%, por lo que se estableció que es una estrategia adecuada para la ganancia de peso, pero no para el rendimiento deportivo.

## **Capítulo II.**

# **Fundamentos Metodológicos**

## Capítulo II. Fundamentos metodológicos

En este apartado se abordará de manera detallada el procedimiento que se llevó a cabo en el estudio para cumplir con los objetivos establecidos, así como poner a prueba la hipótesis planteada.

### Variables Implicadas

- Variable independiente: Suplementación con creatina.
- Variable dependiente: Aspectos fisiológicos (composición corporal, síntomas gastrointestinales, orina, sangre, variabilidad de la frecuencia cardíaca, sueño y estado de ánimo) y de rendimiento físico (salto con contramovimiento), Procedimientos de recuperación posterior al pesaje (Alimentos y bebidas).

Las variables que formaron parte de la investigación se encuentran descritas en la tabla 3, así como la descripción de la misma y el instrumento o método de medición.

**Tabla 3**

### *Descripción de las variables*

Variable	Descripción	Instrumento/Método
Rendimiento físico	CMJ	Optojump
Fisiológica	VFC	Bandas H10
	Sueño	EAI
	Estado de ánimo	POMS (Forma Abreviada)
Sangre	Biometría hemática	Citometría de flujo
	Electrolitos	Ion Selectivo
Orina	GEO	Refractómetro
	Color	Escala de Armstrong
Composición corporal	Antropometría	SP/PF/Peso
Síntomas gastrointestinales	Malestar a nivel gástrico e intestinal	Escala de síntomas gastrointestinales

*Nota.* CMJ: Salto con contramovimiento, VFC: Variabilidad de la frecuencia Cardíaca, EAI: Escala Atenas de Insomnio, POMS: Perfil de Estados de Ánimo, SP: Sumatoria de pliegues PF: Perfil restringido.

## **Diseño de Estudio**

El estudio que se llevó a cabo es de tipo cuantitativo, permitiendo de esta manera ser reproducible, contar con datos fiables y numéricos, lo que permitió realizar análisis estadísticos pertinentes a cada variable para así poder emitir conclusiones con el fin de brindar una opción útil para los deportistas de combate y cuerpo técnico (Hernández et al., 2014).

Se consideró un estudio de tipo pre experimental con un diseño de preprueba-posprueba, debido a que no se presentó un grupo de comparación y se sometió a un tratamiento definido como los procesos de recuperación posterior al pesaje aunado con la suplementación con creatina en el período de PRP (Polit & Hungler, 2000). Es importante mencionar que el objetivo específico número dos se realizó con dos sujetos, por lo que se considera un estudio de caso.

En lo que respecta al alcance se establece de tipo correlacional debido a que se pretende conocer la relación entre los procesos de recuperación aunado a una suplementación con creatina con las variables fisiológicas y de rendimiento y conocer como es el comportamiento de las variables antes mencionadas (Hernández et al., 2014).

Las evaluaciones realizadas se describen a continuación, así mismo, en la tabla 4 se ejemplifican los momentos y la descripción de cuando se realizó cada una de ellas. Es importante mencionar que la toma  $M_1$  representa las evaluaciones realizadas a los 17 sujetos de la selección estatal de Muaythai neoleonesa, la cual da contestación al objetivo específico 1. Por el contrario, la toma  $M_2$  y  $M_3$ , se refieren a las evaluaciones de los dos sujetos, las cuales dan contestación al objetivo específico dos.

### ***Protocolo General***

Se utilizaron tres cuestionarios enfocados al estado de ánimo, sueño y síntomas gastrointestinales, evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca, evaluaciones de sangre en búsqueda de la biometría hemática y el sodio, análisis de la composición corporal con un perfil express y una prueba de rendimiento físico siendo el salto con contramovimiento, así como una prueba final que simuló un combate.

Se realizó una junta informativa con los entrenadores y atletas tal como se observa en la Figura 7; donde se explicó el protocolo a seguir. Así como se les indicó el día, la hora y las condiciones que debían presentarse para el inicio del protocolo.

**Tabla 4**

*Protocolo de investigación*

Día						
1	2-4		5			
M <sub>1</sub>	X		M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>		
				1 hora	1.5 horas	2 horas
O <sub>a1</sub>			O <sub>a2</sub>			
O <sub>b1</sub>			O <sub>b2</sub>			
O <sub>c1</sub>			O <sub>c2</sub>			
O <sub>d1</sub>			O <sub>d2</sub>			
O <sub>e1</sub>	Sin Evaluación		O <sub>e2</sub>	O <sub>e3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>e5</sub>
O <sub>f1</sub>			O <sub>f2</sub>	O <sub>f4</sub>	O <sub>f4</sub>	O <sub>f5</sub>
O <sub>g1</sub>			O <sub>g2</sub>	O <sub>g3</sub>	O <sub>g4</sub>	O <sub>g5</sub>
O <sub>h1</sub>			O <sub>h2</sub>	O <sub>h3</sub>	O <sub>h4</sub>	O <sub>h5</sub>
O <sub>i1</sub>						O <sub>i5</sub>
O <sub>j1</sub>						O <sub>j5</sub>

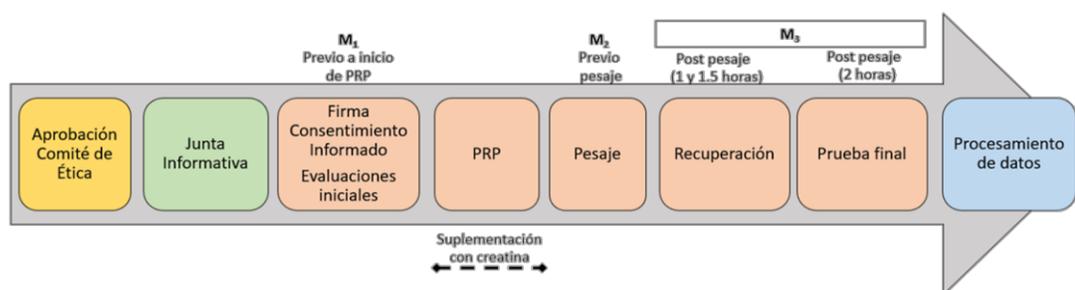
*Nota.* M<sub>1</sub>= Evaluaciones previas a la PRP, O<sub>a</sub> = Evaluación de rendimiento físico, O<sub>b</sub> = Evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca, O<sub>c</sub> = Evaluación del sueño, O<sub>d</sub> = Evaluación del estado de ánimo, O<sub>e</sub> = Toma de muestra de sangre =, O<sub>f</sub> = Toma de muestra de orina, O<sub>g</sub> = Evaluación de composición corporal, O<sub>h</sub> =Evaluación de síntomas gastrointestinales, O<sub>i</sub> = Implementación de Test a intensidad máxima, O<sub>j</sub> =Evaluación de la carga interna de la prueba, M<sub>2</sub> = Toma de muestras previo al pesaje M<sub>3</sub> = Recuperación X= Administración de suplementación con creatina.

El estudio tuvo una duración de 8 días no consecutivos, donde se realizaron mediciones en cinco días diferentes. Al inicio del protocolo (medición que tendrá por nombre M<sub>1</sub>), que se consideró el día uno del protocolo general, se realizó un historial clínico y de información importante de deportes de combate y de rendimiento físico. Para así obtener información datos personales (Nombre, edad, fecha de nacimiento, domicilio, edad deportiva, competencias al año, división, peso usual.

Primeramente, se les entregó el ipad mini 2, para evaluar la recuperación mediante la aplicación de los cuestionarios de sueño y estado de ánimo, así como los síntomas gastrointestinales, posterior, para conocer la variable fisiológica de los atletas se analizó la Variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), Así mismo, se evaluaron marcadores de hidratación en sangre y orina. Continuando con lo estipulado, se evaluó la composición corporal mediante la antropometría (Perfil restringido y Sumatoria de 6 pliegues), como última situación se evaluó el rendimiento deportivo, mediante el salto con contramovimiento y la prueba final. Para iniciar con la intervención, se administró la suplementación con creatina con una duración de 3 días.

**Figura 7**

*Ejemplificación del protocolo general*



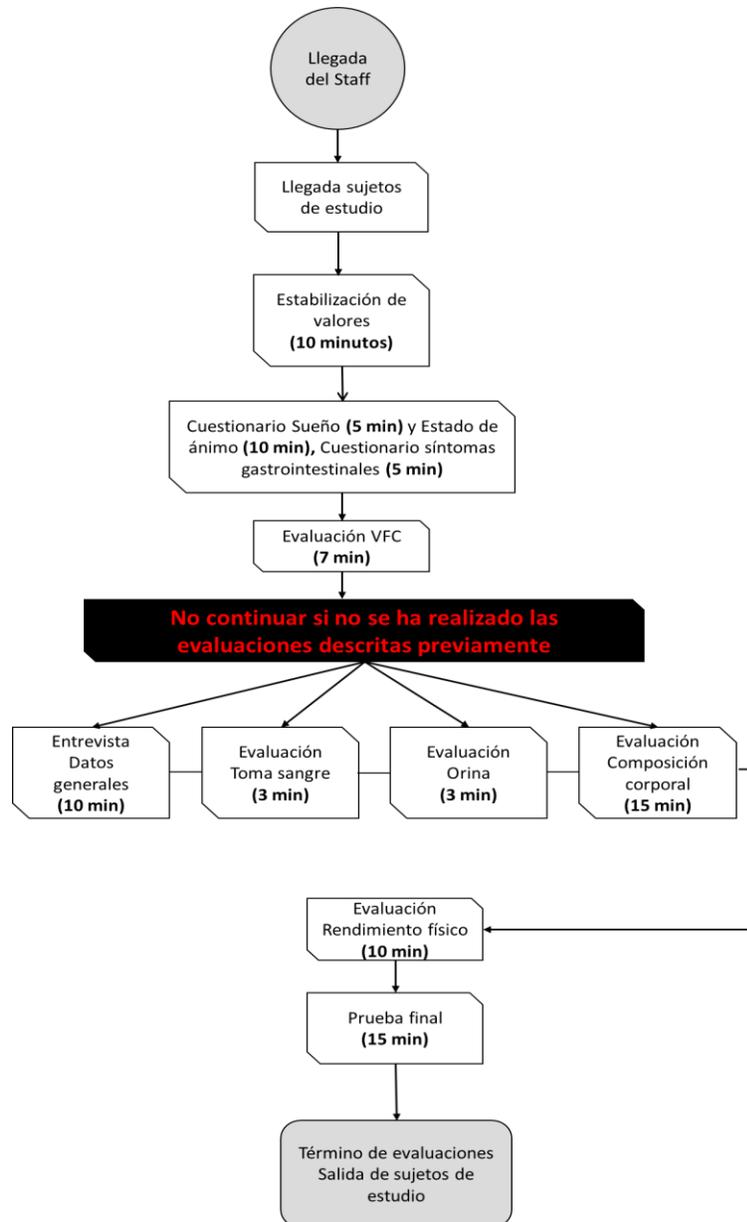
Nota. Fuente propia

Durante este período de suplementación con creatina, se les indicó que debían realizar la PRP, finalizando el día 5, con una simulación de un pesaje y llevando a cabo las mediciones antes mencionadas, siendo la medición  $M_2$ . Al término del pesaje, se comenzó con la recuperación de los productos elegidos (medición que lleva por nombre  $M_3$ ), presentando evaluaciones a la hora y a las 1.5 horas, posterior se realizará la prueba final, presentando la última evaluación a las 2 horas. En la tabla 4 se puede observar el protocolo detallado.

El esquema general de las evaluaciones, en el orden adecuado se presenta en la Figura 8. De igual manera se tuvo una hoja de registro general para llevar el control que todos los sujetos se le realizarán las evaluaciones estipuladas en el orden correcto (Ver Anexo 14).

Figura 8.

## Esquema general de evaluaciones



Fuente: Propia

## **Universo y Muestra**

La selección de la muestra se realizó de manera no probabilística por conveniencia, eligiendo a 17 atletas de la selección estatal de Muaythai.

## **Criterios de Selección**

En lo que respecta a los criterios de inclusión para la selección de los deportistas se establece que deben:

- Estar a filiados a la Asociación de Muaythai de Nuevo León
- Ser ganadores en el torneo estatal
- Ser mayores de edad
- Contar con asistencia del 90% a los entrenamientos.
- Entrenar por lo menos 6 horas a la semana.
- Aceptar las condiciones del estudio.

Para establecer los criterios por los cuales excluir a ciertos participantes, se establece que:

- Presentar enfermedad durante el estudio que afecte la realización de la investigación (Enfermedad estomacal, COVID, Fiebre).
- Consumo de medicamentos o suplementos que afecten los resultados de la investigación (Alteren la frecuencia cardiaca, orina, apetito o rendimiento físico).
- Lesiones o cirugías que impidan la realización de la prueba final o de los entrenamientos.
- Incumplir con el 95 % de las asistencias a los entrenamientos.

Se considerará que un deportista es eliminado del estudio cuando:

- No cumplir con todas las evaluaciones.
- No realizar la pérdida de peso establecida o utilización de métodos farmacológicos.
- Salida voluntaria del estudio.
- Presentar algún tipo de lesión durante el transcurso del protocolo
- Ser dado de baja de la selección estatal o de la Asociación de Muaythai de Nuevo León.

Posterior a la invitación, se consideró a los atletas mayores de edad, siendo seleccionados 5 para realizar el protocolo de la ingesta de creatina, los cuales deberán realizar una pérdida del 2% del peso corporal total en un período de 5 días, mediante la técnica de su preferencia, de acuerdo con lo estipulado con Colegio Americano de Medicina Deportiva (Eichner et al., 2007).

Es importante mencionar que por cuestiones de la pandemia SARS-COV-2, solo fue posible realizar el protocolo de la suplementación con creatina, por lo que se describe a continuación está enfocado a esa intervención. Así mismo, solo dos sujetos pudieron continuar con esta etapa establecida.

### **Consideraciones Éticas**

El presente estudio se rigió por lo propuesto en el Reglamentos de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud (1987-2014) de la Secretaría de Salud. Tomando en cuenta el título segundo, de los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos.

Conforme lo estipula el Capítulo uno nombrado Disposiciones comunes, en el Artículo 13, se mantendrá el respeto a la dignidad y protección de los derechos y bienestar al sujeto de estudio, brindándole comodidad, tanto a su persona como el lugar donde se realicen las diversas evaluaciones del protocolo de investigación, así como siempre dirigirse con respeto y de una manera profesional, cuidando en todo momento su bienestar. Se mantendrá la confidencialidad de los datos personales, así como de los resultados individuales obtenidos durante la prueba. Al momento de presentar y describir los resultados solo se identificarán el nombre cuando así lo requieran con previa autorización del sujeto, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 16 y el Artículo 21 fracción VIII.

La intervención se ha planteado de acuerdo con lo establecido en el Artículo 14, fracción I, II y IV que establece que se debe justificar con principios científicos y éticos el protocolo propuesto, así como que no es posible tener la información de otra manera, debido a que se han realizado intervenciones similares de acuerdo con lo revisado en la literatura, por lo que se espera tener una mayor cantidad de beneficios que riesgos durante la intervención.

Lo establecido en la fracción V del Artículo 14 se cumple otorgando a los participantes información sobre el objetivo del estudio, beneficios, riesgos y voluntariedad mediante un Consentimiento Informado (Ver Anexo 1) y se le pedirá que lo firme si está de acuerdo en participar, dicha participación es voluntaria y se reiterará que puede retirarse si así lo desea y esto no generará ninguna repercusión. Se les pedirá información de contacto para enviarles los resultados individualmente al término de la intervención. Dicho Consentimiento establece el objetivo y justificación de la intervención, así como las evaluaciones que se realizarán, los posibles riesgos y beneficios, costos y gratificaciones, si así fuera. Se brindará información actualizada, así como respuesta a las preguntas o dudas que surjan durante la intervención. Aunado a esto, se tendrá, acceso a tratamiento médico por daños causados directamente por la investigación, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 21, fracción I, II, III, IV, VII, IX, X, XI.

Así mismo, siguiendo lo establecido por el Artículo 22, fracción I, II, III, IV y V el Consentimiento Informado se formulará por escrito, con la información antes mencionada; presentando al final nombres y firmas de dos testigos y al final por el sujeto de estudio. Se le brindará una copia al sujeto de estudio y el investigador principal tendrá un ejemplar. Aunado a esto se solicitó la aprobación del Comité de ética de la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO) con número de hoja CM-UAdeO 24.08/2021, de acuerdo con lo que establece la fracción VII del Artículo 14 y no iniciará la investigación hasta no contar con el dictamen favorable del comité de Ética antes mencionado, de acuerdo con lo establecido con el Artículo 14 fracción VII.

La investigación se llevará a cabo con profesionales de la salud como nutriólogos, licenciados en ciencias del ejercicio y psicólogos capacitados con el conocimiento y la experiencia necesaria para cuidar la integridad del sujeto estipulado en el Artículo 14 fracción VI. Así mismo se realizará la investigación cuando se tenga la autorización del entrenador, siendo este la autoridad próxima, de acuerdo con lo establecido en la fracción VIII del Artículo antes mencionado.

Con lo planteado en la intervención se considera una intervención de riesgo mínimo de acuerdo con lo establecido en el artículo 17, fracción II.

## **Relación de métodos y técnicas**

### ***Counter Movement Jump (CMJ)***

Para la realización del CMJ se utilizó el dispositivo Optojump, que es un sistema de obtención óptica de datos, que se compone de una barra óptica que transmite y una barra receptora; cada una cuenta con 96 Leds infrarrojos, que se encuentran en la barra transmisora que se comunica de manera continua con los Leds de la barra receptora, por lo que está designado a detectar eventuales interrupciones (Optojump, 2014).

### ***Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca***

Se les otorgó una banda WearLinkwindPolar H10 a los sujetos para realizar dicha medición (Polar Electro OY, Kempele, Finlandia). Posterior, para el análisis de los datos se utilizó la aplicación de Elite HRV (Perrotta et al., 2017) en su versión 4.7.1 instalado en una tableta iPad y el software Kubios (University of Eastern, Kuopio, Finland. Version 2.2).

### ***Sueño***

Se tuvo una evaluación del sueño mediante la Escala Atenas de Insomnio (EAI; Ver Anexo 2). El objetivo de dicho instrumento es autoevaluar de manera psicométrica la dificultad para cuantificar el sueño con base en los criterios de la ICD-10 (Clasificación internacional de enfermedades- 10° edición; Soldatos et al., 2000). Consta de ocho reactivos, que son agrupados en tres categorías siendo los primeros cuatro reactivos destinados a evaluar las dificultades para dormir de manera cuantitativa, el quinto reactivo en cambio se utiliza para evaluarlo de manera cualitativa y los últimos tres reactivos (6, 7 y 8) evalúan el impacto diurno del insomnio. Presenta una escala de tipo Likert, con valores en rangos de 0 a 3, donde el cero significa la ausencia del problema y el tres la mayor severidad.

El instrumento está diseñado para evaluar los últimos 30 días, no obstante, permite la posibilidad de modificar dicha temporalidad para así adecuarla a la intervención, mostrando una consistencia interna y una confiabilidad de test-retest satisfactoria (Portocarrero & Jiménez-Genchi, 2005; Soldatos et al., 2000).

La EAI muestra un alto grado de homogeneidad interna, con un alfa de cronbach de 0.90 para toda la muestra, siendo ésta estudiantes de bachillerato,

universidad y posgrado (n=146), población clínica de pacientes psiquiátricos (n=52) y ambulatorios (n=48), los coeficientes de correlación entre el valor de cada uno de los reactivos comparado con la puntuación total fueron moderadamente altos. En cuanto al análisis factorial se observó que los reactivos surgieron como un solo componente con un porcentaje de varianza de 59.2% y con coeficientes de correlación entre reactivos de 0.38 a 0.75 (Portocarrero & Jiménez-Genchi, 2005).

### **Estados de Ánimo**

Se aplicó el cuestionario POMS (Perfil de Estados de Ánimo) Forma Abreviada (Ver Anexo 3) en su versión de 29 ítems (Fuentes et al., 1995). Tomado de la versión original en inglés de 65 ítems realizado por (McNair et al., 1971) y traducida al español por (Balaguer et al., 1993), donde se representan cinco dimensiones teóricas: Tensión, Depresión, Cólera, Vigor y Fatiga. Con un formato de respuesta de una escala de Likert del 0 (*nada*) a 4 (*muchísimo*; (Andrade et al., 2013).

Creado con fines clínicos, pero ha trascendido su aplicación al deporte por su impacto para anticipar éxitos y fracasos deportivos, así como también para documentar los beneficios de los programas de ejercicio y poder monitorear un seguimiento del sobre entramiento y la fatiga (Andrade et al., 2000), por lo que se convirtió en una buena herramienta para en el ámbito deportivo; aunque resultaba fácil la manera de responder en algunas ocasiones en la práctica, se tornaba en algo muy extenso, debido a que en ocasiones se pretendía evaluar antes de una competencia, por lo que se ha tratado de implementar versiones más cortas del instrumento en diversos idiomas (Andrade et al., 2013), eligiendo para la investigación propuesta la versión en español.

Los 29 ítems fueron elegidos mediante un programa estadístico considerando las cinco dimensiones, excluyendo confusión y amistad, debido a de acuerdo con los autores, eran redundantes y lograron con éxito explicar un a varianza del 92.9% en su versión extensa sin contar con las dimensiones antes mencionadas (58 ítems) (Andrade et al., 2013).

### **Sangre**

Para realizar los análisis respectivos a las muestras de sangre se contrató a un laboratorio especializado que se encargó de la extracción, transportación, análisis

e interpretación de los resultados. En lo que respecta a la biometría hemática se evaluaron los siguientes aspectos, mediante la citometría de flujo:

- Eritrocitos (RBC)
- Hemoglobina (HGB)
- Hematocrito (HCT)
- Leucocitos (WBC)

De igual manera, en cuanto a lo que respecta a los electrolitos, se realizó una evaluación del sodio sérico, mediante el método de ion selectivo.

### ***Orina***

La gravedad específica de la orina se evaluó mediante el uso de un refractómetro clínico portátil, marca DANOPLUS modelo KIB-70 de 99 g de peso y dimensiones de 8.3 x 9 x 5.5 cm. Fabricado de aluminio, con un agarre de goma antideslizante, con una solución prueba aislante del calor corporal y una capacidad de ajustar la medición y el enfoque. Tiene capacidad de lectura de dos variables, la gravedad específica de la orina, la proteína en suero y el índice de refracción que va en un rango de 1.000-1.050 sg, 0-12 g/dl, 1.33-1.36 RI, respectivamente.

Se basa en un principio de estimación de manera indirecta a través de un índice de la refracción, que es la relación existente entre la velocidad de la luz en aire y la luz en la solución, causando así una desviación o también llamada refracción en el camino de la luz, dicho grado se ve modificado debido a la proporción del número y tipo de partículas, por lo que los refractómetros también se conocen como medidores de partículas sólidas (Chadha et al., 2001; Costa et al., 2010).

Para la realización del protocolo de la medición del color es necesaria una escala de colores (Ver Anexo 4) con 8 números, que van desde el número 1 siendo un color amarillo pálido hasta el 8 con un color verde parduzco (Armstrong et al., 1994; Fernández-Elías et al., 2014).

### ***Composición corporal***

Así mismo para poder llevarla a cabo las mediciones es necesario contar con instrumentos especializados descritos en la tabla 5.

Se evaluaron tres aspectos de los componentes corporales, siendo estos el perfil restringido para la composición corporal, la sumatoria de pliegues (SP) y el peso

corporal total en la propuesta de intervención siguiendo el protocolo establecido en el Manual de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK).

### Tabla 5

*Características de los instrumentos necesarios para la realización de la antropometría*

Instrumento	Descripción
Báscula Seca Modelo 220	Con una capacidad máxima de 220 kg con una precisión de 50 gramos para la medición del peso corporal. El estadiómetro con una amplitud de 60 a 200 cm para la medición de la talla.
Plicómetro Harpenden	Con precisión de cierre de 10 g/mm <sup>2</sup> en diversos rangos de las mediciones. Presenta un rango de medición de 0-80 mm con una graduación de 20 mm e incrementos de 1 mm. Con un resorte de metal que asegura la precisión en cada
Cinta antropométrica Lufkin Modelo W606PM	Inextensible, flexible y con una zona neutral de 4 cm antes de comenzar la graduación. Fabricada de acero flexible con una longitud de 2 metros y una anchura de 7 mm, calibrada en cm con graduación milimétrica para la realización de mediciones de perímetros, localización de pliegues cutáneos y marcación de ciertas distancias entre protuberancias o puntos óseos.
Antropómetro de ramas cortas REALMET	Fabricado de aluminio anodizado, ligero, resistente y gran aplicabilidad. Presenta ramas de 10 cm de largo (profundidad necesaria para realizar la medición del fémur y húmero), una cara de aplicación de 1.5 cm de ancho y con precisión de 0.05 cm diseñado para medir diámetros óseos pequeños.
Antropómetro de ramas largas SMARTMET	Hecho de aluminio anodizado de alta calidad, con una longitud de 550 mm y brazos de medición de 25 cm de largo y sus ramas de 10 cm, que tienen la capacidad de girar sobre su eje y bloquearse para dar resultados precisos al realizar diversas mediciones. Posee una doble regla sostenida por soportes de plástico delrin C

para un mejor deslizamiento y una disminución de la fricción. Una regla de plasta, graduada digitalmente con acrílico negro y una línea roja para facilitar la lectura. Con tornillos Allen para autocalibración.

Segmómetro SMARTMET Diseñado para medir longitudes y alturas, con un estuche especializado para proteger la cinta. Sus puntas de medición cuentan con una cara plana y otra angular para mejor precisión. Hecho de aluminio anodizado, con una longitud en las puntas de 10.5 cm, con una hoja de acero amarillo flexible de 15 mm de ancho y una longitud de 200 cm con divisiones de mm y cm

Banco antropométrico Fabricado de madera sólida con dimensiones de 40 cm de alto x 50 cm de ancho x 30 cm de profundidad, con una sección recortada en la parte inferior para permitir que el sujeto coloque sus pies debajo del mismo para diversas mediciones. Su función principal es brindar opciones de comodidad para el sujeto al momento de realizar las mediciones.

---

Adaptado de (Esparza-Ros et al., 2019; Realmet, 2017; Smartmet, 2017)

### ***Fighting Simulation Test modificado***

Se sometió a los participantes a una simulación de un combate, donde tuvo una duración de 12 minutos, teniendo 3 rounds de 3 minutos cada uno, con un minuto de descanso entre cada uno. En cada round se realizaron 6 ataques y 6 defensas que tuvieron una duración de 15 segundos cada uno. En la fase de ataque, el sujeto evaluado, peleó contra un sparring con el equipo de entrenamiento adecuado. Las acciones realizadas se planearon previo a la prueba, así como se estandarizaron en todas las simulaciones realizadas (Crisafulli et al., 2009) En la tabla 6 se presentan las combinaciones de ataque realizadas; estas mismas acciones se consideraron para el período de defensa, lo único que se realizó es que el sparring realizaba el ataque y el sujeto evaluado hacia la defensa de las mismas.

### **Tabla 6**

*Combinaciones realizadas en el FST modificado*

Orden de realización	Descripción del ejercicio
1	2 jabs, recto, patada izquierda
2	Jab, recto, volado derecho, patada derecha
3	Jab, volado izquierdo, rodilla derecha, recto, patada izquierda
4	Recto, volado izquierdo, recto, rodilla izquierda, codo derecho
5	Patada derecha, volado, patada derecha
6	Patada izquierda, recto, patada izquierda

*Fuente:* Propia

Al ser una prueba a máxima intensidad se realizó el monitoreo de la frecuencia cardiaca durante la realización de la prueba, así mismo se tuvo una evaluación de la carga interna mediante el modelo del impulso de entrenamiento y de la sesión del esfuerzo percibido (sRPE).

La evaluación de la carga interna necesita una medición de la intensidad del estrés fisiológico a la que es sometido el deportista, así como la duración del mismo esfuerzo, siendo un aspecto fácil de medir este último. No obstante, la intensidad se puede medir mediante la frecuencia cardiaca. El fundamento de lo antes mencionado establece que existe una correlación entre la FC y el consumo de Oxígeno (Haddad et al., 2011).

La forma de evaluar la FC más común es mediante cinturones de transmisión, los cuales no son permitidos en las competencias de los deportes de combate; por lo que se ha buscado una manera diferente de evaluar la carga interna, siendo este la sRPE (Haddad et al., 2011).

Es un método subjetivo simple debido a que se realiza la evaluación mediante un número tomado de la Escala de Esfuerzo Percibido o sus siglas en inglés RPE y se multiplica por la duración del entrenamiento. Se ha demostrado ser un método que puede evaluar ejercicios a alta intensidad presentando una correlación con el nivel de lactato en sangre característica común en los deportes de combate (Borresen & Lambert, 2008, 2009; Foster et al., 2001).

## **Recolección de Datos**

### **Counter Movement Jump**

Previo a la realización de la prueba, se procedió a dar la explicación de la prueba, así como la realización de un calentamiento específico y tres repeticiones submáximas como práctica y familiarización de la prueba. Se evaluó en dos ocasiones a lo largo de los 8 días del protocolo, como se describe en la tabla 3.

El protocolo del salto se realizó de acuerdo con lo establecido en el Test de Bosco, evaluado mediante plataforma de contacto llamado Optojump; donde se le pidió al atleta que estuviera dentro de las plataformas partiendo de una posición de pie y realizaron una fase de descenso con una sentadilla a 90°, seguido de una fase de ascenso extendiendo así los miembros inferiores de una manera rápida (Kons et al., 2018). Todos los saltos se registrados en un formato colocado en el Anexo 5.

Se les indicó que mantengan el tronco lo más vertical posible durante los saltos, así como que en todo momento tengan las manos a la cadera, realizando los saltos lo más alto posible en las 3 repeticiones con 30 segundos entre cada repetición. Se eligió el mejor salto realizado por cada atleta para así evaluar la altura del mismo (dal Pupo et al., 2012; Kons et al., 2018).

### ***Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca***

Se conoce como la variación en el tiempo que transcurre entre los intervalos R-R en un electrocardiograma (Veloza et al., 2019) y se evaluó a los sujetos en situaciones basales.

Todas las mediciones se realizaron en el mismo lugar con un ambiente controlado siguiendo un protocolo de estabilización de 5-10 minutos donde los sujetos llegaron al lugar de las mediciones y permanecieron sentados en el tiempo mencionado para tener una medición más adecuada de la VFC.

Se les indicó que no consuman cafeína ni alcohol previo a la medición, así como se les preguntó si no necesitan ir al baño. Se les entregó una banda a cada sujeto que se colocaron en el tórax a la altura del apéndice xifoides. Posterior, tomaron asiento en la silla, con los ojos cerrados y las rodillas a un ángulo de 90° apoyando los dos pies en el piso, las manos se acomodaron en los muslos en posición prono. Se les

indicó que debían guardar silencio y tratar de permanecer lo más quieto posible durante la medición. El registro tuvo una duración de 10 minutos (Laborde et al., 2017).

Se ha demostrado que este aspecto tiene una buena relación con el sistema parasimpático, el cual se puede medir, en deportistas, mediante los parámetros de la RMSSD (siendo la raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR), siendo un dominio de tiempo y la SD1 (Desviación estándar de los intervalos RR obtenida del Diagrama de Poincaré) designado como un dominio de frecuencia (Hernández et al., 2018; Laborde et al., 2017; Ortigosa et al., 2018). Las evaluaciones se registraron en un formato presentado en el anexo 6, teniendo como valores de referencia lo presentado por Medina et al. (2012), con un valor de 76.83 UA (Unidades arbitrarias) de RMSSD, el cual se le aplicó el Logaritmo Natural. En cuanto, al SD1 se declara un valor de referencia de 57.01 UA.

### ***Estado de ánimo***

Se les entregó un ipad mini 2, donde se encontraba el instrumento “POMS Abreviado” en formato digital el instrumento. Se aplicó el instrumento en dos ocasiones en la metodología propuesta que se pueda observar en la tabla 4.

### ***Sueño***

Se evaluó el sueño en dos momentos diferentes señalados en la tabla 4. Se les entregó un ipad mini 2, donde se encontraba el instrumento “Escala Atenas de Insomnio” en formato digital. Se les asignó un lugar establecido y en privado para que los atletas pudieran contestar libremente y no tuvieron influencia de los demás participantes, y no se estableció un tiempo límite para el llenado del instrumento.

### ***Síntomas Gastrointestinales***

Relacionado con los síntomas propios del sistema digestivo que se pueden presentar en la propuesta de intervención se evaluaron si presenta mareo, náuseas, calambres estomacales o intestinales, vómitos y diarrea, debido a son los principales presentados en el deporte relacionados con la ingesta dietética siendo así un consumo de fibra, proteína, grasa e HC, así como el estado de hidratación (Costa et al., 2016; Jeukendrup, 2011; Rehrer et al., 1992).

Para poder evaluar los síntomas antes mencionados se utilizó una escala de tipo Likert con valores del 0 al 10, siendo “Sin presencia del síntoma” y “Presencia

extrema del síntoma” respectivamente (Ver Anexo 10). Se establece que las respuestas que se presenten  $> 5$  son consideradas como “Severas” y por el contrario si se presentan respuestas de menos de 5 puntos son clasificadas “No severas”(Jeukendrup et al., 2000; Oosthuyse et al., 2015). Dicha escala se evaluará a lo largo del protocolo en ocho ocasiones mencionadas en la tabla 4.

### **Sangre**

En la propuesta de intervención se realizaron ocho mediciones en momentos diferentes, las cuales se realizaron de manera venosa.

Para realizar una adecuada punción es necesario contemplar diversos aspectos, entre ellos están, preparar todo el material y tener una planeación de lo que se realizará (En su posibilidad tener un manual escrito para que pueda leerse en cualquier momento), teniendo la decisión del mejor sitio para realizar la punción. Es importante monitorear que todos los instrumentos se encuentren estériles, vigentes y en cantidades suficientes y el personal esté capacitado para realizar el procedimiento seleccionado para que se pueda tener una recolección suficiente y adecuada (World Health Organization, 2010).

Las variables pertinentes a nuestro estudio son hematocrito y hemoglobina variables importantes al momento de evaluar la deshidratación (Armstrong, 2005; Oppliger & Bartok, 2002). Los valores promedios en la biometría hemática de varones en hemoglobina es 11-16 g/dL, en cuanto al hematocrito es de 37-54 %, las plaquetas deben encontrarse entre  $100-300 \times 10^3 \mu\text{L}$  y los leucocitos su valor normal es de  $4-10 \times 10^3 \mu\text{L}$ . El valor sérico del Sodio: 136- 142 meq/L. Todos los valores se declararon en una hoja de registro (Ver Anexo 7).

### **Orina**

En la metodología propuesta se evaluaron dos aspectos de la orina, relativos a la deshidratación, la Gravedad Específica de la Orina (GEO) y el color de la misma (Armstrong, 2005, 2007; Armstrong et al., 2010; Fernández-Elías, et al., 2014; Oppliger & Bartok, 2002; Zubac et al., 2019, 2018), que se recolectaron durante 5 ocasiones a lo largo del protocolo.

La GEO es la densidad presente en la orina en comparación con la del agua. Se ve afectada por la osmolalidad, así como la concentración de urea y glucosa (Oppliger & Bartok, 2002).

Se ha demostrado que las evaluaciones mediante refractómetros portátiles son confiables y validados (Heilesen & Julianna, 2019; Minton et al., 2015), tienen buena precisión y exactitud, así como una buena reproductibilidad y conveniencia, fácil calibración y los resultados se ven poco afectados por factores externos como temperatura, glucosa, proteína (Chadha et al., 2001).

Se les indicó que debían asearse el área genital y perineal con agua y jabón previo a la toma de muestra. Al momento de su llegada al gimnasio se les entregó un vaso estéril previamente etiquetado con nombre, fecha y número de toma, para depositar la muestra que deberá ser de aproximadamente 50 ml que recolectaron en el baño de manera privada, tomando la orina del chorro medio, es decir, se descartó la primera parte de la micción en el inodoro. La orina que se depositó en el frasco no debe tocar ningún objeto ni rebosar el frasco. Al término de la recolección de la muestra se cerró inmediatamente. Y se entregó al personal indicado para proceder al análisis de ambas variables (Lozano-Triana, 2016).

Previamente se realizó una limpieza y calibración del refractómetro mediante la colocación de una gota de agua destilada mediante una pipeta de transferencia de 1 ml en el lector y se realizó una verificación revisando que el nivel se encuentre en 0, al término se limpió con un paño para tareas delicadas (Kimwipes) de 11 x 21 cm de tamaño marca Kimtech Science. Posterior se tomó una pipeta de transferencia de 1 ml estéril y se recogió una muestra de la orina del vaso estéril del sujeto y se colocó en el lector del refractómetro, se cerró la placa y se colocó el refractómetro a contra luz para realizar la medición. Posterior se procedió a limpiar el refractómetro con una gota de agua destilada mediante una pipeta de transferencia de 1 ml en el lector y se realizó una medición para limpieza y calibración, posterior se limpió con un paño para tareas delicadas (Kimwipes).

Posterior al análisis de la GEO, se realizó el análisis del color de la orina, que se relaciona con la cantidad presente de Urocromo, se establece que cuando excretan grandes cantidades de orina se diluye convirtiendo la orina en un color pálido o muy

claro, no obstante, si se presenta el fenómeno de manera inversa, y el volumen es muy pequeño, la orina se vuelve oscura y concentrada (Fernández-Elías et al., 2014). Existen diversos factores que pueden modificar el color de la misma, los cuáles serán controlados mediante los criterios de inclusión y exclusión de la investigación (Strasinger & Di Lorenzo, 2010).

Se les entregó el vaso estéril cerrado de manera adecuada y se colocó junto a la escala de colores en un cuarto bien iluminado. La evaluación se realizó por la misma persona en todas las ocasiones (Armstrong et al., 1994; Fernández-Elías et al., 2014).

En lo que respecta al color, se establece que el indicador debe encontrarse en un valor menor a 4 tal como lo describe Armstrong et al. (2010). Todos los datos se registrarán en un formato que se presenta en el Anexo 8.

### ***Composición corporal***

Se consideró tener un espacio privado para realizar las mediciones, y se les explicó el protocolo a los sujetos, así como que debían vestir ropa de espesor mínimo y que se amoldará al cuerpo como un bañador o pantalón corto para hombres y mujeres y un top para mujeres. No se realizó la evaluación posterior a un entrenamiento, competencia o sauna (Esparza-Ros et al., 2019).

El antropometrista contó con las uñas cortas y limpias y aseárselas entre cada evaluación; así mismo se marcó al sujeto del lado derecho y en el orden establecido en el Manual del ISAK. Así mismo, se realizó dos veces la medición y una tercera si la diferencia de los valores entre las dos primeras es mayor a 5%. Se contó con una hoja de registro (Ver Anexo 9) para poder anotar las diversas mediciones y no presentar errores (Esparza-Ros et al., 2019).

Se realizaron 19 mediciones del Perfil restringido Antropometristas Nivel 2 y 3 contemplando las siguientes mediciones (Esparza-Ros et al., 2019):

- *Medidas básicas:* Masa corporal (kg), Talla(cm).
- *Pliegues cutáneos en mm:* Tríceps, Subescapular, Bíceps, Cresta ilíaca, Supraespinal, Abdominal, Muslo, Pierna
- *Perímetros en cm:* Brazo relajado, Brazo flexionado y contraído, Cintura, Cadera, Muslo medio, Pierna.

- *Dímetros en mm*: Húmero, Bioestiloideo, Fémur.

En cuanto a la SP, se conoce que los pliegues ayudan a predecir la grasa corporal. Debido a que más del 50% de la grasa corporal se presenta en el tejido subcutáneo y es fácil su medición mediante un plicómetro calibrado adecuadamente se ha utilizado dicha medición (Wang et al., 2000). Además, mediante la valoración de pliegues cutáneos, podemos observar la grasa localizada y como se presenta la distribución de esta. Al igual la información obtenida se puede interpretar de una manera rápida y así compararse con tablas de referencia (Garrido-Chamorro et al., 2012). Evaluándose así Tríceps, Subescapular, Supraespinal, Abdominal, Muslo y Pierna y esperando un ideal de 59 mm.

Tanto la evaluación de Perfil restringido se realizó en dos ocasiones en la M<sub>1</sub> y M<sub>2</sub>. En cuanto al peso corporal total se realizó 1, 1.5 y 2 horas.

### ***Pesaje***

Se realizó una simulación del pesaje, el día 5 de protocolo general, en la báscula utilizada en las evaluaciones antropométricas anteriores, respetando la técnica establecida por Esparza-Ros et al. (2019), donde se le pide al sujeto que se coloque sobre la báscula con la menor cantidad de ropa posible, así como dejar los brazos a los costados sin ejercer ningún tipo de fuerza. Es importante que el sujeto deba mantener la vista hacia el frente.

Al momento de realizar el pesaje, los atletas portaron ropa interior únicamente y sólo se pesaron una sola vez, declarado en la hoja de registro presentada en el Anexo 11.

### ***Prueba final***

Previo a la realización del FST modificado, a los participantes se les brindó una banda WearLinkwindPolar (Polar Electro OY, Kempele, Finlandia) que se colocaron en el tórax a la altura del apéndice xifoides. Posteriormente realizaron un calentamiento específico a decisión del sujeto.

Al término del calentamiento, se procedió a realizar la prueba indicándole al sujeto que debe realizar un máximo esfuerzo durante toda la prueba. Al término, se dejará transcurrir 30 minutos de la realización de FST modificado, para evaluar la

sRPE, realizando la pregunta “¿Cómo estuvo tu entrenamiento?” de acuerdo con la metodología declarada por Foster et al. (2001);

Se le pidió al sujeto que señale en la escala de RPE (Ver Anexo 12) que se le proporcionó, la respuesta a la pregunta antes mencionada, se realizó en privado para que nadie puede escuchar la respuesta, que se registró en un formato de propia elaboración presentado en el Anexo 13.

### ***Suplementación con Creatina***

Para el estudio se realizó la selección del suplemento adecuado, siendo éste el Monohidrato de Creatina (Evolution Nutritional®), el cual se eligió debido a que se ha observado una mayor efectividad, así como un extenso uso en el aspecto del deporte (Lanhers et al., 2015). Aunado a esto la Agencia Mundial Antidopaje (WADA, por sus siglas en inglés) lo coloca en los suplementos permitidos en la lista de 2020.

Se les administró una dosis de carga establecida en 0.3 gr/kg de peso, que será dividido en 2 tomas a lo largo del día, así mismo acompañar la ingesta con HC mejora su funcionalidad en una dosis de 1.2 gr/kg de peso de HC siendo dos partes de HC de rápida absorción (Glucosa), por una de lenta absorción (Fructosa; (Alghannam et al., 2018; Kreider et al., 2017) durante tres días iniciando en el día 2-4 del protocolo.

### ***Productos para la recuperación post pesaje***

Al mencionar los productos que fueron necesarios para realizar la recuperación es importante establecer que se cumplieron las características puntuales para así poder cumplir con las recomendaciones. Así mismo es importante mencionar que, el período de recuperación comprendió dos horas.

En la primera hora posterior al pesaje se realizó la rehidratación mediante una solución de rehidratación oral (ORS, por sus siglas en inglés), compuesta de 50 – 90 mmol de Sodio y una cantidad <5 g de Glucosa en un Litro de solución (1 L de Suerox® sin azúcar + 13.5 g de tabletas hidratantes GU®).

En lo que respecta a la recuperación de glucógeno, se tuvo una ingesta de 5.2 g/kg de peso de HC (Combinación de una leche con cacao sin lactosa LALA® + Barra Nature Valley Protein® + manzana picada y sin cáscara) posterior al pesaje, en un período de una hora.

### **Medidas de prevención SARS-COV-2.**

Es importante mencionar que todas las evaluaciones, así como aplicación de cuestionarios y tomas de sangre y orina se realizaron con el mínimo de personas necesarias, siendo así máximo dos personas en ciertas estaciones (Antropometría, FST modificado). Los sujetos se agendaron en unos horarios escalonados para así evitar grandes grupos de personas en un mismo lugar. Así mismo, se tuvieron las medidas de higiene como cubrebocas obligatorio para el staff como para los sujetos (a excepción de la FST modificado), respetando la sana distancia de 1.5 metros entre cada persona. Todas las superficies e instrumentos se limpiaron y desinfectaron previo y posterior a cada evaluación con hipoclorito de sodio al 0.2%.

### **Procesamiento de los Datos**

#### **Análisis estadístico.**

Para la realización del análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico para Ciencias Sociales en su versión 25 (SPSS Inc. IBM Corp. Armonk. NY), estableciendo un nivel de significancia de  $<0.05$  para todos los análisis. Primeramente, se realizó un análisis descriptivo de los datos, los cuales son presentados en media y desviación estándar ( $M \pm DE$ ).

Posteriormente, se ejecutó un análisis inferencial a través de una correlación en los resultados obtenidos en la administración de creatina para ver si existía una relación entre las variables antropométricas y las fisiológicas mediante una prueba de Spearman. La significancia estadística se estableció con un valor de  $p < .05$ .

## **Capítulo III.**

### **Resultados**

### Capítulo III. Resultados

En este apartado se presentan los resultados de acuerdo con los objetivos específicos planteados anteriormente. Primeramente, se da contestación al objetivo específico número uno que describe “conocer las características de rendimiento, fisiológicas, de estado de ánimo, sangre, orina y composición corporal de la selección estatal de Muaythai rumbo a un campeonato nacional.

Se reclutaron 17 atletas (13 hombres y 4 mujeres) de la selección estatal de Muaythai del estado de Nuevo León, México. Se contemplaron 8 academias de todo el estado, con una edad de  $18.65 \pm 7.33$  años, división de competencia de  $60.26 \pm 13.90$  kg, con  $12.62 \pm 13.90$  horas de entrenamiento a la semana y un aproximado de  $3.29 \pm 1.79$  competencias al año. Los atletas reportaron que durante las competencias pueden llegar a perder  $2.18 \pm 3.07$  kg de peso.

#### Rendimiento

Se evaluó mediante el CMJ, se presentó un valor promedio de  $30 \pm 7.42$  cm y  $25.3 \pm 9.08$  cm para hombres y mujeres respectivamente.

#### VFC

En la tabla 7, se pueden observar los datos relevantes de la VFC diferenciados por sexo. Los resultados demuestran que las mujeres presentan valores mayores en lo que respecta a la RMSSD y SD1.

**Tabla 7**

*Valores evaluados de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en deportistas de Muaythai*

Variable	Hombres	Mujeres
RMSSD (ms)	$34.63 \pm 14.72$	$59.90 \pm 09.93$
SD1 (ms)	$24.52 \pm 10.41$	$42.35 \pm 7.02$

*Nota.* Los valores se presentan en media  $\pm$  DE. RMSSD: raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos; SD1: diámetro transversal correspondientes al gráfico de Poincaré; ms: milisegundos.

### Estado de ánimo, sueño y síntomas gastrointestinales

Al respecto de las variables evaluadas mediante los cuestionarios, en cuanto a los estados de ánimo, se encontraban en valores esperados de fatiga y cólera por lo que se presentan con buen nivel de energía y sin sentimientos de tristeza. Los valores de vigor y tensión se observan por debajo de los valores esperados en la mitad de la población evaluada, por lo que se puede considerar que los atletas se encontraban en un estado de calma sin presentarse exaltados, inquietos o con ira al momento de contestar el POMS en su forma abreviada, lo cual puede observarse en la tabla 8. Por otro lado, los peleadores no presentaron ningún problema relacionado a los síntomas gastrointestinales o respecto al sueño.

**Tabla 8**

*Valores evaluados del estado de ánimo en deportistas de Muaythai*

Dimensión	General	Valor de referencia
Tensión	5.86 ± 3.17	17-5.5
Depresión	1.38 ± 1.36	2.5-0
Hostilidad	1.57 ± 2.46	9-2
Vigor	15.00 ± 4.25	23-16
Fatiga	4.29 ± 2.93	8-0

Nota. Los valores se presentan en media ± DE.

### Sangre

Respecto a los valores de la biometría hemática, los datos presentados por las mujeres se encuentran dentro de los rangos de referencia esperados de acuerdo a la población adulta. No obstante, en los hombres el 17.64% de los atletas presentaron datos por debajo de lo normal en cuanto a los eritrocitos. Para la hemoglobina, el 23.52% de estos sujetos arrojó un valor menor de lo esperado. Por último, en el

hematocrito se presentó un valor menor del rango normal en un 11.76 % de los sujetos hombres de acuerdo con los estándares de la población adulta.

Al hablar de la serie blanca, los leucocitos se encontraron dentro del rango normal en los 17 deportistas evaluados de acuerdo a población adulta, así como el sodio sérico. Los valores de sangre se presentan en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Valores evaluados en sangre en deportistas de Muaythai*

Variable	Hombres	Valor de referencia	Mujeres	Valor de referencia
Biometría Eritrocitos (M/uL)	4.86 ± 0.32	4.6-6.2	4.17 ± 0.14	4-5.4
hemática Hemoglobina (g/dL)	14.57 ± 0.67	13.5-15.5	12.83 ± 0.30	12-14
Hematocrito (%)	42.71 ± 2.80	47	38.20 ± 0.75	41
Leucocitos (K/uL)	6.66 ± 1.35	7.4	7.01 ± 0.50	7.4
Sodio (mEq/L)	140.50 ± 1.62	136-145	139.33 ± 0.57	136-145

Nota. Los valores se presentan en media ± DE.

### **Orina**

En promedio, los atletas presentaron una GEO de  $1.028 \pm 0.015$  y con respecto al color de la misma se presentaron un valor de  $4.18 \pm 1.38$  sg, lo cual nos indicó que la mayoría de los atletas presentó un estado de hipohidratación, y solo un 17.64 % de los atletas se encontraba en un estado de hidratación adecuada.

### **Composición corporal**

Abordando la variable de antropometría, los resultados por género de las mediciones realizadas se presentan en la tabla 10. En general, el peso de los hombres fue mayor presentado una media de  $64.01 \pm 7.03$  kg, que el presentado por las mujeres siendo en promedio de  $57.38 \pm 6.73$  kg. No obstante, la talla se presenta en valores similares tanto en hombres como mujeres.

En lo que respecta al porcentaje de músculo, se observa un valor mayor en los hombres, contrario a lo presentado en el porcentaje de grasa, donde las mujeres obtuvieron un valor mayor en este aspecto, así como en la sumatoria de 6 pliegues.

**Tabla 10**

*Variables antropométricas evaluadas en los deportistas de Muaythai*

Variable	Hombres (n = 13)		Mujeres (n = 4)	
<i>Medidas básicas</i>	Media	DE	Media	DE
Masa corporal (kg)	64.01	7.03	57.38	6.73
Talla (m)	1.69	8.27	1.67	0.15
<i>Pliegues</i>				
Tríceps (mm)	8.76	3.39	12.60	3.97
Subescapular (mm)	9.48	2.47	10.33	3.31
Bíceps (mm)	4.54	4.04	5.98	2.31
Cresta Ilíaca (mm)	12.17	1.27	13.70	5.46
Supraespinal (mm)	9.11	4.81	10.80	4.54
Abdominal (mm)	14.25	4.31	14.40	5.13
Muslo (mm)	9.43	6.72	14.50	6.70
Pierna (mm)	7.53	2.66	12.75	5.81
<i>Perímetros</i>				
Brazo relajado (cm)	27.73	0.01	25.85	1.19
Brazo flexionado (cm)	29.00	4.36	26.10	0.78
Cintura (cm)	74.62	4.17	71.05	4.09
Caderas (cm)	90.83	9.10	90.40	5.93
Muslo medio (cm)	49.11	9.92	47.73	3.48
Pierna (cm)	35.02	6.50	33.55	1.24
∑6 pliegues (mm)	61.63	1.80	75.38	21.13
Grasa (%)	10.11	25.10	15.25	3.27

Grasa (kg)	6.79	4.36	8.84	2.61
Músculo (%)	55.87	5.88	38.86	3.03
Músculo (kg)	35.09	2.21	22.20	2.00

---

Nota. DE: Desviación estándar. Kg: kilogramo. m: metros. mm: milímetros.  
cm: centímetros. %: porcentaje.  $\Sigma$ : sumatoria.

En la tabla 11 se presentan los coeficientes de correlación entre las variables de sangre, orina, peso, composición corporal y de estado de ánimo. Entre las correlaciones más importantes encontradas se presenta entre las variables de hemoglobina y el sodio, así como el salto y la sensación de cólera. De la misma manera, se observa una correlación negativa entre el peso y el músculo, grasa y pliegues.

Tabla 11

*Coefficientes de correlación entre las variables estudiadas*

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1.	GEO	<i>r</i> 1.000																		
2.	Color Orina	<i>r</i> 0.298	1.000																	
3.	RMSSD	<i>r</i> -0.064	0.166	1.000																
4.	SD1	<i>r</i> -0.064	0.166	1.000	1.000															
5.	Peso	<i>r</i> 0.043	0.113	-0.143	-0.143	1.000														
6.	Σ6pliegues	<i>r</i> 0.007	0.107	-0.103	-0.103	.582*	1.000													
7.	Grasa	<i>r</i> 0.001	-0.032	0.076	0.076	.492*	.863	1.000												
8.	Músculo	<i>r</i> 0.089	0.056	-0.319	-0.319	-.510*	-.691	-.897	1.000											
9.	Eritrocitos	<i>r</i> 0.103	0.124	-0.369	-0.369	0.104	-0.265	-0.417	.536	1.000										
10.	Hemoglobina	<i>r</i> 0.181	0.207	-0.419	-0.419	0.198	-0.209	-0.365	.501	.926	1.000									
11.	Hematocrito	<i>r</i> 0.120	0.175	-0.279	-0.279	0.351	-0.189	-0.257	0.319	.893	.920	1.000								
12.	Leucocitos	<i>r</i> 0.057	0.027	0.432	0.432	-0.294	-0.221	-0.052	0.125	0.183	0.142	0.082	1.000							
13.	Sodio	<i>r</i> 0.391	0.155	-0.254	-0.254	0.264	-0.218	-0.264	0.346	0.385	.532*	0.456	0.058	1.000						
14.	Salto	<i>r</i> -0.056	0.095	-0.125	-0.125	0.221	-0.382	-0.304	0.279	0.318	0.411	0.486	0.100	.543	1.000					
15.	Tensión	<i>r</i> 0.441	0.389	0.217	0.217	0.255	-0.232	-0.289	0.139	0.088	0.168	0.247	-0.120	0.219	0.390	1.000				
16.	Depresión	<i>r</i> 0.402	0.538*	0.269	0.269	0.203	-0.114	-0.157	0.095	-0.077	0.081	0.080	0.043	0.210	0.405	.790	1.000			
17.	Cólera	<i>r</i> 0.079	0.313	0.108	0.108	0.246	-0.281	-0.389	0.333	0.365	.485	.531	0.003	0.317	.684*	.808	.681	1.000		
18.	Vigor	<i>r</i> 0.197	0.190	-0.139	-0.139	0.030	0.263	0.122	-0.020	-0.131	-0.056	-0.092	-0.459	-0.246	0.005	0.260	0.381	0.259	1.000	
19.	Fatiga	<i>r</i> 0.202	0.158	0.437	0.437	0.135	0.196	0.093	-0.098	-0.123	-0.109	-0.166	0.268	-0.020	0.156	.546	.514	0.470	0.225	1.000

*r*: Coeficiente de correlación, GEO: Gravedad Específica de la Orina, RMSSD: raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos, SD1: diámetro transversal correspondientes al gráfico de Poincaré; ms: milisegundos  
 Σ6pliegues: Sumatoria de 6 pliegues.

\*La correlación es significativa al nivel de  $p < .05$

Contestando el objetivo específico dos con el fin de “explicar el comportamiento de rendimiento, fisiológicas, de estado de ánimo, sangre, orina y composición corporal durante la ganancia rápida de peso, posterior a una suplementación alimentaria con creatina durante el período de pérdida rápida de peso en atletas de Muaythai”, se presenta a continuación, primeramente una descripción de las características de cada sujeto o caso y posterior los resultados de las variables fisiológica y de rendimiento.

El sujeto masculino cuenta con experiencia en torneos profesionales (edad :25 años 4 meses; talla :178 cm; peso: 76.80 kg) y una edad deportiva de más de 7 años. Afirma que realiza 30 horas de entrenamiento a la semana, distribuidas en 2 sesiones de 3 horas durante 5 días. Refiere que participa en 3 competencias en promedio al año, en las cuales compite en la división de 71 kg, siendo que pierde alrededor de 4 kg para cada una de ellas. Presenta competencias a niveles regionales y nacionales en diversas artes marciales como jiu jitsu brasileño, artes marciales mixtas, Grappling y Muaythai; participando en torneos profesionales y amateur. Niega la presencia de alguna lesión o enfermedad, así como no presenta consumo de medicamentos o de algún suplemento.

La mujer evaluada cuenta con experiencia en torneos internacionales (edad: 32 años y 4 meses; talla: 172 cm; peso: 58.40 kg) y una edad deportiva de más de 10 años. Afirma que realiza 18 horas de entrenamiento a la semana, distribuidas en 1 sesión de 3 horas durante 6 días. Refiere que participa por lo menos en dos competencias al año, en las cuales compite en la división de 57 kg en su mayoría, siendo que pierde alrededor de 2 kg para cada una. Presenta competencias y campeonatos a niveles regionales, nacionales e internacionales, y fue seleccionada para el mundial de Muaythai que se llevó a cabo en Tailandia en 2021 y medallista en los World Games 2022. Niega la presencia de alguna lesión o enfermedad, consume proteína de suero de leche post entrenamiento, indicada por su nutriólogo. No presenta consumo de medicamentos.

En la tabla 12 se presentan los valores individuales de los dos casos de estudio en variables de VFC, composición corporal y rendimientos físico, obtenidos de la toma Pre ( $M_1$ ) y Post ( $M_2$ ) a la pérdida rápida de peso.

### **Rendimiento**

Respecto a la evaluación del rendimiento físico, se observó que en el hombre se obtuvieron valores iguales y en el caso de la mujer presentó una disminución del mismo en la etapa Post en comparación con la Pre.

## VFC

El sujeto hombre se observa en la toma Post, un aumento en los valores de RMSSD y SD1. En el caso de la mujer el comportamiento de los valores de ambas variables de esta misma toma se vio disminuidos (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Resultados de la VFC, composición corporal y rendimiento físico*

Variables		Hombre		Mujer	
		Pre	Post	Pre	Post
VFC	RMSSD (ms)	55.7	57	65.5	56.3
	SD1 (ms)	39.4	60.8	46.3	39.8
Composición corporal	∑6 pliegues (mm)	84.9	69.6	53.90	51.60
	% grasa	46.3	39.8	11.92	11.56
	% músculo	110.8	90.1	40.22	41.93
Rendimiento físico	CMJ (cm)	45.3	45.3	37.9	35.9

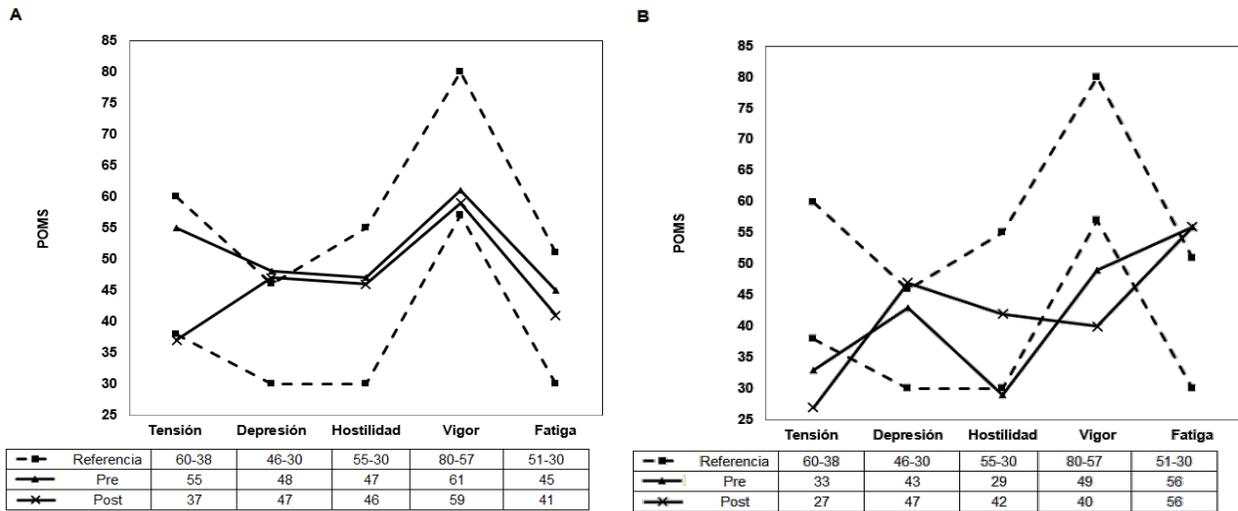
VFC: Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca, Rmssd: Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos, SD1: diámetro transversal del gráfico de Poincaré, ∑6 pliegues: Sumatoria de 6 pliegues, mm: milímetros, CMJ Salto con Contramovimiento, cm: centímetros.

## Estados de ánimo

Figura 12 se pueden observar los resultados del estado de ánimo. Respecto a lo presentado por el sujeto hombre (Panel A) se encuentran en el rango esperado a excepción de la depresión en la toma previa (Pre) al inicio de la intervención, donde se observa un valor por encima del límite máximo superior. Respecto a los resultados obtenidos de la evaluación de la mujer (Panel B), se presentan datos dentro del rango esperado en Tensión y Hostilidad, existe un valor aumentado de la depresión con respecto a la toma Post; el vigor y la fatiga, se mantienen con los mismos valores, sin embargo, se presentan fuera del rango esperado.

**Figura 9.**

*Comportamiento de los estados de ánimo evaluado mediante el POMS en su forma abreviada*



**Sueño**

El hombre presentó valores adecuados (< 5 puntos) en relación a la cantidad de sueño, calidad del mismo y un estado normal de satisfacción en el día en la toma Pre y Post. Los datos del caso de la mujer, presentó una ligera cantidad de sueño insuficiente en la toma Pre (10 puntos) y disminuyó el valor en la toma Post (9 puntos). En cuanto a la calidad del sueño presentó valores marcadamente insatisfactoria y un impacto marcadamente disminuido del bienestar diurno.

**Síntomas gastrointestinales**

No se presentaron molestias de ningún tipo durante la intervención y la administración de productos de recuperación. El sujeto hombre, registró un valor máximo de 2 considerado como “Bajo” de acuerdo a la escala, correspondiente a calambres intestinales y la mujer, registró la misma puntuación en lo que respecta a las náuseas.

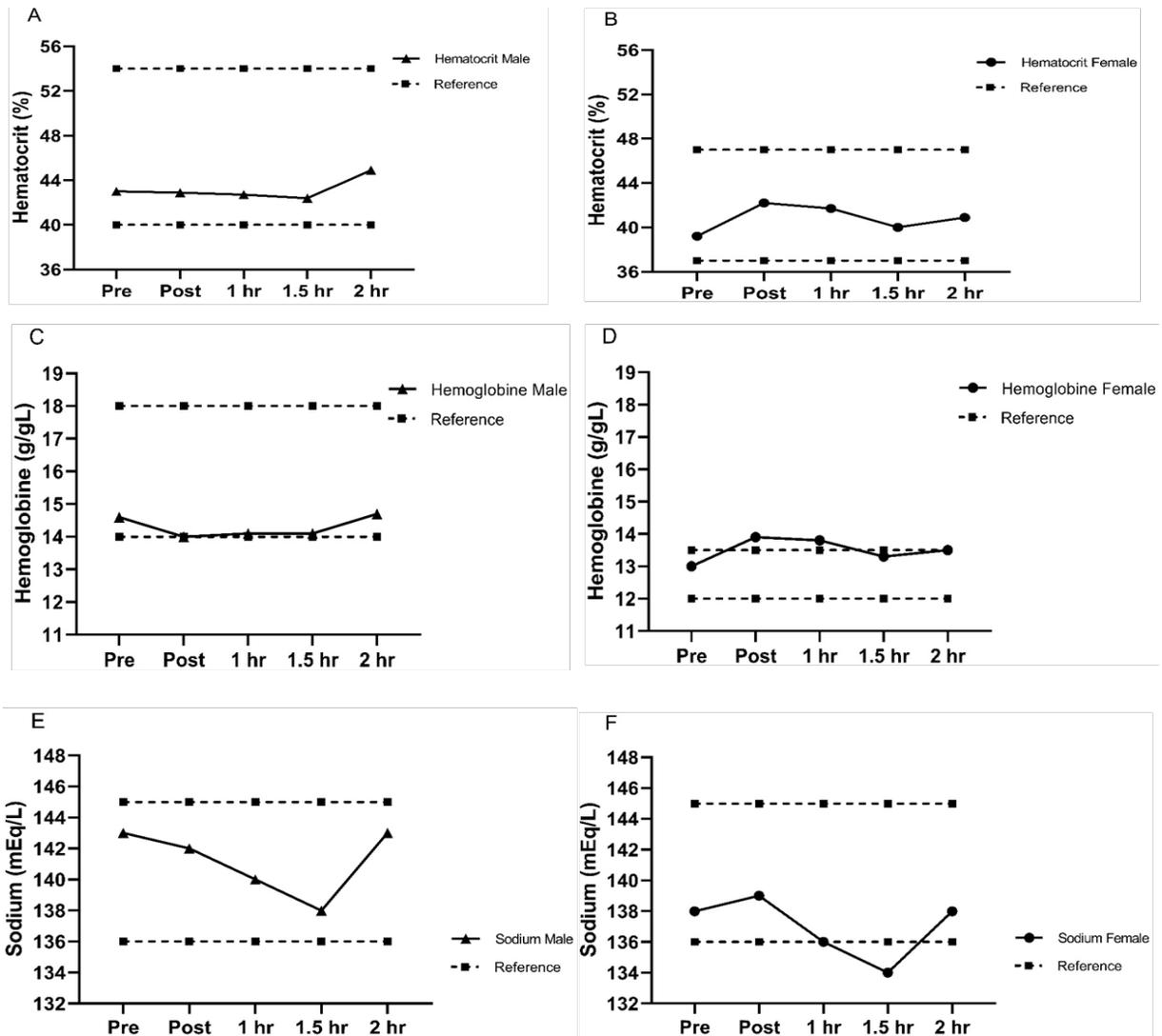
**Sangre**

En la figura 13 se muestran los valores obtenidos en las muestras de sangre observado rangos normales en los valores de hematocrito (Panel A y B) del hombre y la mujer. En el Panel C, de la figura 13 se presenta la hemoglobina del hombre, donde los valores son normales, sin embargo, en la toma Post se registró un dato en el límite inferior permitido (14 g/dL). Lo reportado por la mujer en la Figura 13, Panel D, se observan valores

elevados por encima de los referidos en la toma Post y 1 hr (13.9 y 13.8 g/dL), regresando a niveles dentro del límite superior del rango de referencia en la toma 1.5 hr.

**Figura 10.**

*Comportamiento de la hemoglobina, hematocrito y sodio*



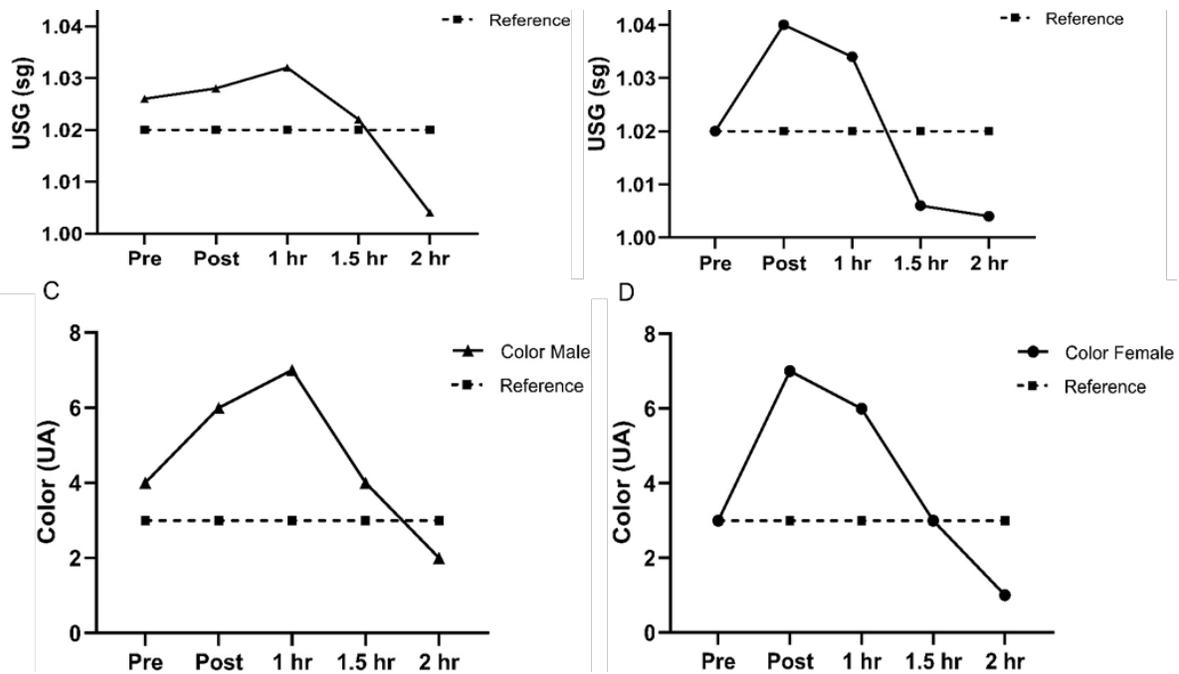
**Orina**

En la Figura 14, se puede observar los cambios sentidos en las evaluaciones de orina. De acuerdo con lo mostrados en la USG, el hombre (Panel A) se encontró en un estado de hipohidratación en todas las tomas a excepción de la última toma realizada a las 2 horas(hr) con un valor de 1.004 sg. No obstante, se observa el pico más alto al momento de la toma 1 horas (1.032 sg). Por el contrario, en los valores de la mujer (Panel B), se

encontraba en un estado de euhidratación previo a la pérdida rápida de peso y se presentó el valor más alto considerándose como un estado de hipohidratación en la toma Post (1.040 sg), donde se presenta una disminución de esta a partir de la toma 1.5 hr (1.004 sg). En el Panel C, se observa el comportamiento del color de la orina del hombre apreciándose el valor más alto lo cual reafirma el estado de hipohidratación que presentaba (7 AU) en la toma de 1 hr y el más bajo registrado en la toma de 2 hr (2 AU). En cuanto a la mujer (Panel D), se obtuvo el valor más alto, similar al comportamiento visto en la gravedad específica de la orina de 7 AU en la toma Post y el valor menor (1 AU) en la toma de 2 hr.

**Figura 11.**

*Comportamiento de GEO y color de la orina*



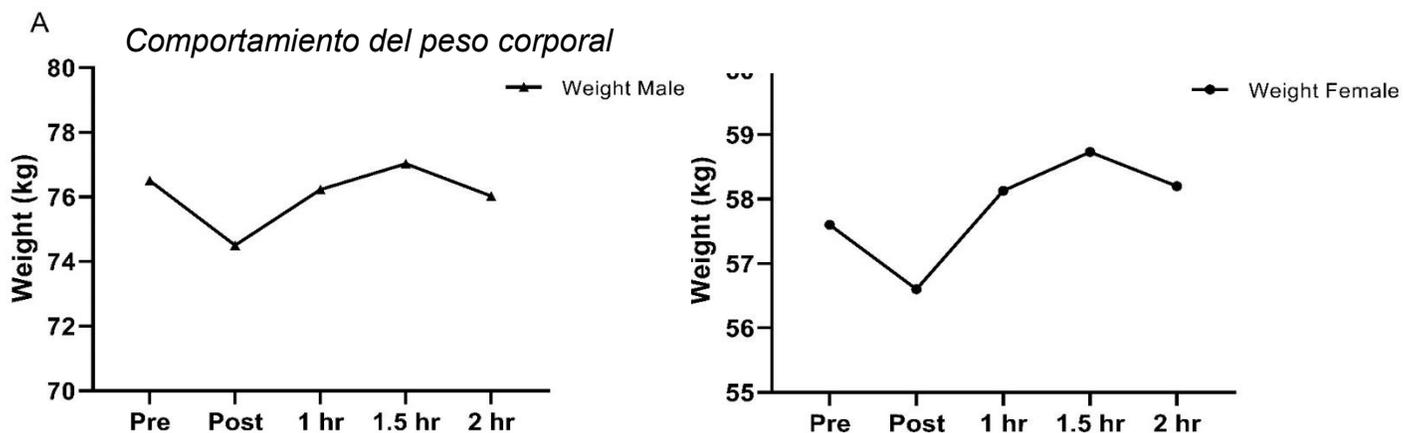
**Composición corporal**

En lo referente a la composición corporal, se observó en ambos sujetos una disminución en casi todos los valores con excepción del % músculo en el caso de la mujer (Tabla 12).

Se observó el valor más bajo en ambos sujetos en la toma Post (Figura 15); donde el hombre reportó un peso de 74.50 kg (Panel A) y la mujer obtuvo, un registro de 56.60 kg

(Panel B). Por el contrario, en la toma 1.5 hr, se registró el peso más alto en ambos sujetos (Hombre:77.03 kg y Mujer: 58.73 kg), lo cual se presentó al término de la RWG, teniendo un aumento del 3.28 % y 4.64 %, respectivamente. Posterior a dicha toma, ambos sujetos, presentaron un descenso del mismo (Hombre:76.03 kg y Mujer: 58.2 kg).

**Figura 12.**



### **Carga de entrenamiento**

De acuerdo a la carga de entrenamiento evaluada en la simulación del combate, mediante la sRPE, se obtuvieron valores iguales, tanto en la toma Pre y Post en el hombre (60 UA); en los datos del TRIMP de Edwards, se observó una disminución en la toma Post (42.84 UA) con respecto a la toma Pre (60.24 UA). A diferencia de lo encontrado en la mujer, donde se presentó un ligero aumento en la toma Post, en comparación con la toma Pre, según los valores registrados en el TRIMP de Edwards (52.04 UA y 55.04 UA), y de sRPE (81.2 UA y 84 UA).

## **Capítulo IV.**

### **Discusiones**

## Capítulo IV. Discusiones

Las discusiones se realizaron de acuerdo con los objetivos específicos planteados anteriormente, por lo que dando contestación el primer objetivo específico que establece “conocer las características de rendimiento, fisiológicas, de estado de ánimo, sangre, orina y composición corporal de la selección estatal de Muaythai rumbo a un campeonato nacional”.

### Rendimiento

Atletas varoniles turcos de kickboxing se les evaluó el salto mediante el CMJ obteniendo una altura de  $33.85 \pm 3.41$  cm (Ulupinar et al., 2020), así como un grupo de kickboxers amateur que ha participado en torneos a nivel nacional en Túnez (Slimani et al., 2017), presenta un salto de  $33.7 \pm 3.8$  cm, lo que representa un valor mayor con respecto a lo presentado por los hombres de la preselección de Muaythai ( $31.00 \pm 7.21$  cm). De igual manera, mujeres que practican kickboxing a nivel nacional en Túnez (Slimani et al., 2017), registraron un salto de  $27.4 \pm 3.7$  cm, así como judocas que compiten a nivel estatal y nacional (Kons et al., 2018), presentan un salto de  $35.11 \pm 3.09$  cm, representando un salto mayor que lo propio realizado por las preseleccionadas de Muaythai. La diferencia se puede presentar debido a la edad y la experiencia deportiva registrada en los diversos estudios (Claudino et al., 2017).

### VFC

Los datos observados son relacionados al estado en reposo. Un estudio donde se evaluaron a atletas de artes marciales mixtas (MMA) australianos pertenecientes a la liga de Ultimate Fighting Championship's (UFC) presentaron un valor de RMSSD ( $77.4 \pm 42.9$  ms) mayor a lo encontrado en la selección de Muaythai (H:  $33.37 \pm 13.41$ , M:  $55.10 \pm 10.91$  ms). Dicha diferencia puede deberse a que los atletas de la UFC presentan una media mayor en la edad, así como el estilo que son atletas profesionales (Coyne et al., 2020). Así mismo, al compararlo con los valores registrados en población mexicana (Medina et al., 2012) que realiza deporte a nivel universitario tuvo registros mayores tanto en la RMSSD (H:  $76.83 \pm 36.53$ , M:  $89.60 \pm 40.46$ ) así como la SD1 (H:  $57.01 \pm 25.32$ , M:  $65.39 \pm 28.15$ ).

### Estados de ánimo

un grupo de atletas que practican jiu jitsu brasileño (JJB) que han participado en competencias a nivel estatal, nacional e internacional, presentaron niveles altos de vigor y moderados niveles de tensión, así como niveles bajos de depresión, cólera y fatiga (Andrade

et al., 2019) contrario a lo presentado en el presente estudio peleadores de Muaythai, sin embargo, los practicantes de JJB se encuentran dentro de lo esperado de acuerdo a lo que se establece en la teoría del iceberg para los deportistas (Morgan, 1980).

### **Sangre**

Se presentan valores menores en los atletas de Muaythai (eritrocitos:  $4.86 \pm 0.32$  M/uL, Hemoglobina:  $14.57 \pm 0.67$  g/dL y Hematocrito:  $42.71 \pm 2.80$  %), en comparación a 16 universitarios varones practicantes de judo (Nishiie-Yano et al., 2011) en lo que respecta a las variables de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito ( $5.09 \pm 0.39$  M/uL,  $15.3 \pm 0.7$  g/dL,  $45.5 \pm 2.7$  %, respectivamente). No obstante, el valor obtenido en los Leucocitos es mayor en los atletas del presente estudio con respecto a lo propio por los universitarios ( $6.66 \pm 1.35$  K/uL,  $6.00 \pm 0.9$  K/uL, respectivamente). Es importante mencionar las mediciones de los judocas se realizaron previo al inicio de la temporada, lo cual puede explicar el comportamiento de las variables de serie roja y blanca (Su et al., 2001).

Dicho comportamiento de las variables de sangre en los varones se presenta en judocas elites, donde se observaron valores mayores de eritrocitos y hemoglobina ( $5.78 \pm 0.39$  M/uL,  $15.32$ ,  $15.32 \pm 1.03$  g/dL, respectivamente) comparado con lo presentado por los atletas de Muaythai. Sin embargo, el valor del sodio y del hematocrito se presentan de manera muy similar y el único valor que se presenta en menor proporción, son los leucocitos ( $5.96 \pm 0.99$  K/uL; (Demirhan et al., 2020).

En cuanto a lo presentado por las mujeres, se observan valores mayores en lo que respecta a eritrocitos, hemoglobina y hematocrito ( $4.77 \pm 0.23$  M/uL,  $13.8 \pm 0.6$  g/dL,  $41.3 \pm 1.7$  %, respectivamente en un estudio donde se evaluaron a judocas pertenecientes a equipos nacionales senior y junior (Malczewska-Lenczowska et al., 2013) comparado con lo obtenido con nuestras atletas de Muaythai ( $4.17 \pm 0.14$  M/uL,  $12.83 \pm 0.30$  g/dL,  $38.20 \pm 0.75$  %, respectivamente).

Atletas españolas de alto nivel presentaron valores menores de eritrocitos (3.9 M/uL), hemoglobina (12 g/dL) y hematocrito (39%), sin embargo, el valor de los leucocitos presentó valores mayores, así como el sodio, siendo 3.9 K/uL y 136 mmol/L, respectivamente (Díaz et al., 2022) si se comparan con los resultados obtenidos con las atletas femeninas de la preselección de Muaythai.

### **Orina**

Respecto a los datos presentados en la gravedad específica de la orina y el color de la misma de los peleadores de Muaythai presentan una deshidratación significativa de acuerdo con lo estipulado con la Asociación Nacional de Entrenadores Deportivos (NATA), por sus siglas en inglés, National Athletic Trainers' Association (Casa et al., 2000).

En un estudio donde se evaluó el estado de hidratación mediante la orina, en atletas de tae kwon do a nivel universitario brasileños, arrojó un valor de  $1.021 \pm 8.52$  de GEO y  $3.77 \pm 1.30$  ua. con respecto al color, lo cual es menor a lo presentado a los preseleccionados de Muaythai ( $1.028 \pm 0.015$  sg y  $4.17 \pm 1.38$  ua, de gravedad específica y color, respectivamente; (Belfort et al., 2021).

### **Composición corporal**

Un estudio donde se evaluó a peleadores que practican JJB que participaron en un campeonato mundial, presentaron un peso ( $75.56 \pm 10.60$  kg) así como un % de grasa ( $19.30 \pm 2.5$  %) mayor que lo registrado en nuestro estudio (Peso:  $64.15 \pm 16.53$  kg, grasa:  $10.11 \pm 4.35$ %), no obstante, en lo que respecta a la masa muscular se observan valores similares y en cuanto la sumatoria de pliegues se observan valor menor siendo  $45.5 \pm 16.9$  mm (Báez et al., 2014). En un estudio donde se evaluó a un grupo de judocas de la rama varonil, se observó un peso mayor ( $68.18 \pm 14.31$  kg) siendo que eran de divisiones de peso mayores a lo registrado en los atletas de Muaythai, por el contrario, la masa muscular ( $48.80 \pm 1.60$  %) presenta un valor menor y la masa grasa se presenta con valores similares (García et al., 2012).

En cuanto a la composición corporal de las mujeres, se observó que judocas presentan un peso ( $59.14 \pm 8.90$  kg) así como una masa muscular ( $40.7 \pm 3.40$  %) y masa grasa ( $19.9 \pm 3.87$  %) mayor que lo presentado por las atletas de Muaythai ( $57.57 \pm 6.75$  kg,  $38.86 \pm 3.03$ %,  $15.24 \pm 3.27$  %, respectivamente; (García et al., 2012). Las diferencias antes mencionadas pueden ser debido a que el judo es un deporte considerado como de agarre o grappling, el cual tiene como fundamento inmovilizar o someter al contrincante en el suelo, por lo que esta clasificación puede alterar las características físicas de los sujetos (Reale et al., 2019).

En lo que respecta a la relación entre el color de la orina y la depresión, se puede establecer que se puede presentar una relación entre el estado de hidratación y los estados de ánimo, por lo que, si se considera que los atletas de Muaythai presentan una deshidratación significativa por el color de la orina presentada, también se puede considerar

que equivale a una pérdida de 3-5% del peso corporal total (Casa et al., 2000) y se ha observado que aumentan niveles de depresión con tan solo el cambio de 1 % del peso corporal, como se observa en un grupo de soldados (Lieberman et al., 2005) así como un conjunto de hombres (Ganio et al., 2011) y mujeres (Armstrong et al., 2012) saludables y físicamente activos.

Al hablar de la relación presentada entre el peso y la masa muscular, se observa una correlación similar entre esas dos variables en un estudio realizado en hombres, sin embargo, es importante considerar que dichos datos se obtuvieron mediante la disección cadavérica, por lo que no es una medida que pueda ser viable, así mismo, no se consideran si los varones son deportistas o si realizan algún deporte (Fernández & García, 1998). Así mismo, la relación que se puede presentar entre el peso y la masa grasa, se deriva que el primero de estos es regulado por una gran cantidad de mecanismos que principalmente se enfocan en el reservorio de energía (Ayub et al., 2006), dicho reservorio, está compuesto principalmente por grasas (Alfonso & Julio, 2009). Así mismo, la relación entre el peso y la sumatoria de pliegues se presentó de igual manera en un estudio donde se evaluaron a mujeres con sobrepeso y comorbilidades (Oviedo et al., 2007)

Entre la relación presentada con el sodio y la hemoglobina, se consideran buenos indicadores del estado de hidratación, dicha información es presentada en un estudio donde se recaban las diversas técnicas para la evaluación de la hidratación en el deporte (Oppliger & Bartok, 2002).

Si se consideran los indicadores de sangre, como diagnósticos del estado de hidratación, se puede establecer que el aumento de estas, se considera una relación con el estado de ánimo de cólera, lo cual se observa en un estudio donde se evaluó a luchadores colegiales (Marttinen et al., 2011).

En lo que respecta a la relación entre el sentimiento de cólera y el salto, se observó en un estudio donde se analizan a jugadores profesionales de fútbol, que presentaron un estado de ánimo negativo teniendo una activación del sistema nervioso simpático, esto presentó una secreción de mayor cantidad de cortisol, lo cual puede llegar a afectar el rendimiento físico (Saidi et al., 2020).

Dando contestación al objetivo específico número dos que establece “explicar el comportamiento de rendimiento, fisiológicas, de estado de ánimo, sangre, orina y composición corporal durante la ganancia rápida de peso, posterior a una suplementación

alimentaria con creatina durante el período de pérdida rápida de peso en atletas de Muaythai”, se describen las discusiones a continuación.

### **Rendimiento**

En cuanto a la altura del salto, ambos sujetos presentaron un valor mayor (H: 45.3 cm, M: 36.9 cm) en comparación con lo encontrado en atletas de Tae Kwon Do (28.4 cm) considerados como no élites al no haber participado en torneos internacionales, es importante mencionar que los atletas evaluados son considerados senior, por lo que presentan una edad de 18 años (Norjali et al., 2019). Así mismo, el hombre no presentó cambios en la altura del salto posterior al período de RWL, siendo resultados similares observándose en judocas que participaron en un torneo nacional (Filaire et al., 2001) así como lo presentado por judocas a nivel regional e internacional (Clarys et al., 2010), esto puede atribuirse al consumo de creatina (Ööpik et al., 1998). No obstante, la mujer, si presentó una disminución en la altura del salto posterior a la RWL, esto puede deberse a que durante este período se puede presentar un daño en el músculo esquelético, lo cual afecta el rendimiento en el salto (Roklicer et al., 2020).

### **VFC**

La información acerca durante estos dos procesos tanto de RWL y RWG es escasa. Se han observado datos en atletas de judo españoles que cuentan con participaciones a nivel nacional e internacional, los cuales han presentado valores de RMSSD registrada en una competencia no oficial de 77.60 ms, mayor a la registrada por nuestros peleadores de Muaythai (Pre: H=55.7 ms, M= 65.5 ms). En cuanto al SD1, el equipo español, presentó un valor de 57.29 ms, niveles por encima de lo mostrado en nuestra peleadora con valores en las tomas Pre y Post (46.3 ms y 39.8 ms), así como en el caso del hombre en la toma Pre de 39.4 ms, a diferencia de la toma Post la cual presenta un valor mayor de 60.8 ms (Morales et al., 2013). Cabe resaltar que los cambios presentados se pueden atribuir a cambios interindividuales y no por el consumo de la creatina (Mert et al., 2017).

### **Estados de ánimo**

Un estudio donde se evaluaron a luchadores colegiales presentó la fatiga y el vigor como los estados de ánimo más elevados previos a la RWL, similar a lo presentado por la mujer, que registró valores mayores de fatiga; por el contrario, el hombre presentó valores elevados de depresión en la etapa previa a la RWL. Posterior al período de RWL, los luchadores colegiales presentaron un aumento en los valores de hostilidad, depresión y

tensión, contrario a lo encontrado en nuestro estudio que, la mujer presentó un aumento en la depresión posterior a la RWL (Marttinen et al., 2011).

### **Sueño**

Los valores reportados por el hombre en la toma Pre y Post se encuentran en los límites adecuados por lo que presenta un curso normal de las etapas de sueño (<5 puntos), así como lo presentado por atletas pertenecientes a dos academias deportivas australianas, los cuales son de diversas disciplinas deportivas (basquetbol, voleibol de playa, remo y vela). Por el contrario, la mujer presenta valores mayores (Pre: 10 puntos y Post:9 puntos) a lo presentado por los deportistas australianos, por lo que se debe poner atención a las reglas de higiene de sueño (Dickinson & Hanrahan, 2009).

### **Síntomas gastrointestinales**

Realizando una búsqueda exhaustiva en la literatura, se ha encontrado escasa información acerca de las evaluaciones realizadas de los síntomas gastrointestinales que puedan presentar los deportistas de combate en los procesos de RWL y RWG, así como de los productos utilizados en el proceso de la RWG, sin embargo, esta cuestión es de gran importancia, debido a que estos momentos debe tener una selección adecuada de los productos, para así evitar la presencia de dichos síntomas. (Burke et al., 2021; Reale et al., 2016, 2017). En lo que respecta a nuestro estudio, encontramos que los alimentos y bebidas, así como las cantidades proporcionadas en el momento de la recuperación presentó un bajo discomfort a nivel gastrointestinal.

### **Sangre**

Un estudio evaluó judocas que tuvieron que realizar una pérdida de 5% del peso corporal en 3 días, se registró un valor de 44% al inicio y registrando un valor máximo de 47% el día del pesaje, presentando valores similares a lo encontrado en el sujeto hombre (Pre: 43%, 2 hr:44.9 %), la mujer presentó valores menores a lo mencionado anteriormente (Pre:39.2% y Post: 42.2), esto puede deberse a los procesos de deshidratación de la RWL (Sánchez-González et al., 2005).

Así mismo, en lo que respecta a la hemoglobina, registraron un valor mínimo de 16 g/dL 7 días previos al pesaje y el valor máximo alcanzado de 16.6 g/dL el día de la simulación del pesaje, dichos valores son mayores a lo registrado por nuestros peleadores de Muaythai, siendo que, previo a la RWL se registró 14.6 g/dL y 13 g/dL, en hombre y mujer, respectivamente (Roklicer et al., 2020b). En la mujer se presentaron dos valores, en

la toma Post y de 1 hr, por encima de la referencia, esto puede ser debido a los procesos de deshidratación que realizó como parte de la RWL (Sánchez-González et al., 2005).

Al hablar del sujeto hombre, respecto a los valores de sodio en sangre, presenta un comportamiento similar a lo observado en un estudio de caso de un atleta profesional de MMA, no obstante, los valores numéricos difieren, debido a que en ese estudio, el sujeto registró una pérdida de alrededor de 10 kg, nuestro sujeto registró un valor máximo de 143 mmol/L en la toma Pre y un mínimo de 138 mmol/L a las 2 hr, por el contrario el atleta de MMA, registró el día del pesaje se observó un máximo de 148 mmol/L. En cuanto al caso de la mujer, registró un valor máximo de 139 mmol/L el día del pesaje y 134 mmol/L posterior a la ingesta de la RWG (Kasper et al., 2019); cabe destacar que este último valor, se presenta por debajo del límite inferior, lo cual puede deberse a la ORS que se le brindó en la rehidratación, por lo que se puede considerar como una hiperhidratación, sin embargo, en la siguiente recolección de sangre el valor se normalizó (Merino et al., 2000).

### **Orina**

Un estudio evaluó la orina de Atletas de artes marciales mixtas (MMA) del sur de Carolina 24 y 2 horas previas a una competencia, obteniendo valores de 1.028 sg y 1.020 sg de gravedad específica de la orina; lo cual es similar a lo presentado por el hombre al momento del pesaje (1.028 sg), la mujer registró 1.040 sg, siendo un dato mayor. Considerando la toma de 1.5 h de nuestro protocolo podemos mencionar que el hombre presento valores de 1.022 sg presentando un estado de hipohidratación, lo cual es mayor a lo registrado por los atletas de MMA, Por el contrario, el valore presentados por la mujer es menor (1.006 sg), siendo que ella ya se encontraba euhidratada (Jetton et al., 2013).

Respecto al color de la orina, se realizaron evaluaciones en una competencia europea universitaria de judo, donde se registró un valor previo al inicio de los combates de 5 AU y al término de los mismos, de 4 AU. Considerando esos valores, se tiene que los atletas de nuestro estudio presentan valores mayores previos a la simulación del combate en la toma Post (H:6 AU, M:7 AU) y 1 hr (H:7 AU, M:6 AU), cabe mencionar que dichas tomas se encontraban en proceso de RWL y rehidratación respectivamente, sin embargo, al comparar la toma de 1.5 h, con lo registrado con los judocas universitarios, se presenta un valor menor por ambos peleadores (H:4 AU, M:3 AU) siendo que los sujetos ya habían terminado el proceso de rehidratación. Así mismo, al término de la simulación del combate,

ambos sujetos nuevamente presentan valores menores (H:2 AU, M:1 AU) comparado con lo propio con los practicantes de judo (Ceylan et al., 2020).

### **Composición corporal**

Al hablar respecto al peso corporal, se les indicó a los atletas que debían realizar una pérdida de peso del 2%, sin embargo, se presentó una pérdida mayor siendo de 2.61% y 3.08%, del hombre y mujer. Dicha pérdida es menor a lo reportado (4.1 %) en un estudio realizado con atletas italianos de Muaythai de alto nivel. Es importante mencionar que la RWL tuvo una duración de 3 días y se enfocó en la depletación del glucógeno, perdiendo así alrededor de 2-3 kg y fue supervisada por un profesional de la nutrición (Cannataro et al., 2020).

En lo que respecta al proceso detallado de la RWG, se ha encontrado un estudio donde se presenta una RWG guiada por un profesional de la nutrición que tuvo una duración de 8 horas, en atletas italianos de Muaythai, donde se les brindó cada 2 horas una alimentación que presentaba una distribución de HC: 4.5 g, Proteína:1.75 g y Lípidos: 0.65 g x kg BM × day<sup>-1</sup>. Los atletas registraron un aumento de peso de 3.6% con dicho procedimiento, lo cual representa un valor mayor que lo presentado por el Hombre (3.28%), por el contrario, la mujer, presentó un aumento del 4.64 %, siendo mayor que lo reportado en los atletas italianos (Cannataro et al., 2020).

De acuerdo con lo reportado en la composición corporal, un estudio realizó evaluaciones en atletas españoles de judo considerados a nivel competitivo, donde se obtuvo un porcentaje de grasa de 11.7 % en los hombres y 12.7%, siendo valores mayores a lo que se presentó en nuestros sujetos de Muaythai en ambos momentos tanto en Pre (H: 6.99 %, M:11.92) como en Post (H: 6.59%, M:11.56%). Así mismo, la sumatoria de pliegues presentada por los mismos atletas fue de 58.7mm y 77.1 mm para hombres y mujeres, siendo valores más altos que lo observado en nuestros atletas de Muaythai tanto en la Pre como en Post (Garrido-Chamorro et al., 2012).

Respecto a la masa muscular, el hombre (Pre: 54.13 % y Post: 55.26 %) presenta valores mayores, en comparación a lo registrado en atletas de jiu jitsu altamente entrenados (52.3 %) (Báez et al., 2014). Por el contrario, los valores de la mujer (Pre: 40.22 % y Post: 41.93 %) es menor comparado con un estudio de judocas senior del equipo nacional español que presenta un porcentaje de masa muscular de 47.71 % (Casals et al., 2015).

### **Carga de entrenamiento**

Se observó que un grupo de karatekas del equipo nacional de Túnez, participaron en un torneo internacional en el cual realizó un análisis de los tres primeros combates, siendo un total de minutos de 10.8 para las mujeres, Lo cual es un valor menor a lo que se registró en nuestra mujer (12 min) y 16.1 min para los hombres, lo cual es una cantidad mayor a lo registrado con el sujeto hombre (12 min)(Tabben et al., 2013).

Lo registrado en cuanto al TRIMP de Edwards, en atletas de karate se presenta un valor mayor ligeramente (TRIMP de Edwards: 52.3 AU) comparado con lo observado en la toma Pre en nuestro sujeto mujer (TRIMP de Edwards: 52.04 AU), sin embargo, en lo que respecta a la toma Post, el valor mayor es presentado por lo realizado por la peleadora de Muaythai (TRIMP de Edwards: 55.04 AU). Por el contrario, lo observado en la sRPE, se presentan valores mayores en nuestro estudio en ambos momentos (Pre: 81.2 y 84 AU) en comparación con lo registrado por las karatekas (51.9 AU)(Tabben et al., 2013).

Por otro lado, el sujeto hombre, registró una sRPE menor (60 AU) en ambos momentos, comparado a lo propio por los competidores de karate de Túnez (63.4 AU). Respecto a lo registrado en el TRIMP de Edwards, los karatekas de Túnez presentaron un valor mayor de 73.1 AU, a diferencia de lo realizado por el atleta de Muaythai en ambos momentos (42.84 y 60.24 AU)(Tabben et al., 2013).

## **Capítulo V.**

### **Conclusiones**

## Capítulo V. Conclusiones

El Muaythai es un arte marcial, que no ha tenido la importancia debida durante los años anteriores, sin embargo, con el actual crecimiento a nivel estatal, nacional e internacional es necesario conocer este deporte a mayor profundidad, debido a que cada arte marcial es única y tiene exigencias específicas en características físicas, psicológicas y fisiológicas. Este estudio, apoya al conocimiento de datos desde un preámbulo, diagnóstico inicial en este deporte a nivel estatal. Con nuestros datos iniciales descriptivos, podemos concluir que los peleadores evaluados presentaban un estado de hipohidratación, así como un peso y masa grasa mayor, además de una masa muscular y una altura del salto menor respecto las diversas disciplinas de combate a nivel mundial. Debido a lo anterior, es necesario establecer parámetros específicos para el Muaythai.

En lo que respecta a lo observado a la intervención, se ha demostrado que perder alrededor del 3% del peso corporal, presenta efectos negativos en las variables fisiológicas. Así también pudimos comprobar que los procesos de recuperación y el uso de creatina de forma individualizada fueron exitosos para nuestros atletas, presentado una disminución en los efectos negativos de la pérdida de peso, manteniendo los valores de rendimiento antes y después del pesaje, así como recuperando los niveles de hidratación mediante la administración adecuada de los procesos de recuperación.

Esta metodología de forma personalizada con evidencia científica, pudiera ser utilizada como una herramienta como apoyo para los profesionales de la nutrición enfocados al deporte de combate, para recuperar de manera segura y eficaz el peso perdido para las competencias, así como para mantener el rendimiento deportivo. Por lo antes mencionado, se puede establecer que

Así mismo, sugerimos para futuras líneas de investigación, es necesario crear una batería de pruebas específicas para el deporte de Muaythai, enfocándose en cada uno de las características físicas, psicológicas y fisiológicas, con el fin de poder evaluar de manera más integral a los peleadores, así como también poder aportar información de atletas de Muaythai mexicanos.

### **Limitaciones**

Una de las principales limitaciones es la cantidad de sujetos en los que se pudo aplicar la intervención, por lo cual se sugiere presentar una muestra mayor, así como también considerar un mayor número de simulaciones de combates para ser lo más real a una competencia. De igual manera, replicarlo en días consecutivos por el formato de competencia que se presenta en el Muaythai amateur, que estipula mínimo dos días de competencia en los cuales el atleta si avanza a la siguiente etapa debe de realizar un pesaje o realizarlo en una competencia real para poder observar el efecto específico que puede llegar a tener lo propuesto en este manuscrito. De igual manera, la pandemia por el virus SARS-COV- 2, fue una de las grandes limitantes para poder llevar a cabo la intervención como estaba estipulada.

### Referencias Bibliográficas

- Aedma, M., Timpmann, S., Lätt, E., & Ööpik, V. (2015). Short-term creatine supplementation has no impact on upper-body anaerobic power in trained wrestlers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0107-6>
- Albero, R., Sanz, A., & Playán, J. (2004). Metabolismo en el ayuno. *Endocrinología y Nutrición*, 51(4), 139–148. [https://doi.org/10.1016/s1575-0922\(04\)74599-4](https://doi.org/10.1016/s1575-0922(04)74599-4)
- Alcoba, A. (2001). El Deporte. In *Enciclopedia del deporte* (pp. 20–22). Librerías Deportivas Esteban Sanz.
- Alfonso, V., & Julio, S. (2009). El tejido adiposo: algo más que un reservorio de energía. *Grasas y Aceites*, 60(5), 437–450. <https://doi.org/10.3989/gya.043209>
- Alghannam, A., Gonzalez, J., & Betts, J. (2018). Restoration of muscle glycogen and functional capacity: Role of post-exercise carbohydrate and protein co-ingestion. *Nutrients*, 10(2), 1–27. <https://doi.org/10.3390/nu10020253>
- Amiri, M., Ghiasvand, R., Kaviani, M., Forbes, S., & Salehi-Abargouei, A. (2019). Chocolate milk for recovery from exercise: a systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials. *European Journal of Clinical Nutrition*, 73(6), 835–849. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0187-x>
- Amirsasan, R., Hamed, F., & Ladan, A. (2014). Rapid Weight Loss of Iranian Freestyle and Greco-Roman Elite Cadet Wrestlers. *International Journal of Wrestling Science*, 4(2), 63–68. <https://doi.org/10.1080/21615667.2014.955742>
- Andrade, A., Bevilacqua, G., Casagrande, P., Brandt, R., & Coimbra, D. (2020). Prevalence of poor sleep quality in athletes before competition. In *Physician and Sportsmedicine* (Vol. 0, Issue 0). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1784688>
- Andrade, A., Silva, R., Flores Junior, M., Branco, C., & Dominski, F. (2019). Changes in mood states of Brazilian jiu-jitsu athletes during training and competition. *Sport Sciences for Health*, 15(2), 469–475. <https://doi.org/10.1007/s11332-019-00562-0>
- Andrade, E., Arce, C., de Francisco, C., Torrado, J., & Garrido, J. (2013). Versión breve en español del cuestionario {POMS} para deportistas adultos y población general. = Abbreviated version in Spanish of the {POMS} questionnaire for adult athletes and general population. *Revista de Psicología Del Deporte*, 22(1), 95–102.

- Andrade, E., Arce, C., & Pesqueira, G. (2000). Aportaciones Del Poms A La Medida Del Estado De Ánimo De Los Deportistas: Estado De La Cuestión. *Revista Psicología Del Deporte*, 9(1–2), 7–20. <https://doi.org/10.1080/00420988020080011>
- Armstrong, L. (2005). Hydration assessment techniques. The importance of hydration assessment. *Nutrition Reviews*, 63(6), 40–54. <https://doi.org/10.1301/nr.2005.jun.S40>
- Armstrong, L. (2007). Assessing hydration status: The elusive gold standard. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(November 2014), 575S-584S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2007.10719661>
- Armstrong, L., Ganio, M., Casa, D., Lee, E., McDermott, B., Klau, J., Jimenez, L., le Bellego, L., Chevillotte, E., & Lieberman, H. (2012). Mild dehydration affects mood in healthy young women. *Journal of Nutrition*, 142(2), 382–388. <https://doi.org/10.3945/jn.111.142000>
- Armstrong, L., Maresh, C., Castellani, J., Bergeron, M., Kenefick, R., LaGasse, K., & Riebe, D. (1994). Urinary Indices of Hydration Status. *International Journal of Sport Nutrition*, 4(3), 265–279. <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/ijnsn.4.3.265>
- Armstrong, L., Pumerantz, A., Fiala, K., Roti, M., Kavouras, S., Casa, D., & Maresh, C. (2010). Human hydration indices: Acute and longitudinal reference values. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(2), 145–153. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.2.145>
- Artioli, G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F., Takesian, M., Fuchs, M., & Lancha, A. (2010). Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(3), 436–442. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ba8055>
- Artioli, G., Saunders, B., Iglesias, R., & Franchini, E. (2016). It is Time to Ban Rapid Weight Loss from Combat Sports. *Sports Medicine*, 46(11), 1579–1584. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0541-x>
- Atencia, D. (2000). ¿Qué son los deportes de combate? In *Deporte de Lucha* (1st ed., pp. 7–12). INDE.
- Avelar, B., & Figueiredo, A. (2009). La iniciación a los deportes de combate: Interpretación de la estructura del fenómeno lúdico luctatorio. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 4(3), 44–57.

- Ayub, N., Khan, S., & Syed, F. (2006). Leptin Levels in Pre and Post Menopausal Pakistani Women. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 56(1), 3–5.
- Baechle, T., & Earle, R. (2007). Factores nutricionales relacionados con la salud y el rendimiento. In *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico* (2nd ed., pp. 229–258). Paidotribo.
- Báez, E., Franchini, E., Ramírez-Campillo, R., Cañas-Jamett, R., Herrera, T., Burgos-Jara, C., & Henríquez-Olguín, C. (2014). Anthropometric Characteristics of Top-Class Brazilian Jiu Jitsu Athletes: Role of Fighting Style. *International Journal of Morphology*, 32(3), 1043–1050.
- Bahamondes, C., Cifuentes, B., Lara, E., & Berral, F. (2012). Composición Corporal y Somatotipo en Fútbol Femenino: Campeonato Sudamericano Sub-17. *International Journal of Morphology*, 30(2), 450–460. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022012000200016>
- Balaguer, I., Fuentes, I., García-Merita, M., Pérez Recio, G., & Meliá, J. L. (1993). El perfil de los estados de ánimo (POMS): *Revista de Psicología Del Deporte*, 2(2), 0039–0052.
- Balmaseda, M. (2009). Sistemas de principios del entrenamiento deportivo. In *Entrenamiento deportivo. Una disciplina científica* (1st ed., pp. 43–72). Wanceulen. Editorial Deportiva.
- Barbany, J. (2002a). Adaptaciones sanguíneas, renales y digestivas. In *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento* (1st ed., pp. 94–104). Paidotribo.
- Barbany, J. (2002b). Fatiga física, ayudas ergogénicas y dopaje. In *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento* (1st ed., pp. 169–187). Paidotribo.
- Barley, O., Chapman, D., & Abbiss, C. (2019). The Current State of Weight-Cutting in Combat Sports. *Sports*, 7(5), 13–17. <https://doi.org/10.3390/sports7050123>
- Barley, O., Chapman, D., Guppy, S., & Abbiss, C. (2019). Considerations when assessing endurance in combat sport athletes. *Frontiers in Physiology*, 10, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00205>
- Barley, Oliverr., Iredale, F., Chapman, D., Hopper, A., & Abbiss, C. (2018). Repeat effort performance is reduced 24 hours after acute dehydration in mixed martial arts athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 6–8.

- Beelen, M., Burke, L., Gibala, M., & Van Loon, J. (2010). Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(6), 515–532.
- Belfort, F., dos Santos, P., Silva, C., Fernandes, C., Niquini, P., Silva, R., & Bouzas, J. (2021). Fluid balance during taekwondo training. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 27(1), 70–74. <https://doi.org/10.1590/1517-869220212701113775>
- Benjamin, C., Curtis, R., Huggins, R., Sekiguchi, Y., Jain, R., McFadden, B., & Casa, D. (2020). Sleep Dysfunction and Mood in Collegiate Soccer Athletes. *Sports Health*, 12(3), 234–240. <https://doi.org/10.1177/1941738120916735>
- Blasco, R. (2016). Las ayudas ergogénicas nutricionales en el ámbito deportivo. Primera parte. Aspectos generales. *Nutrición Clínica En Medicina*, X(2), 69–78. <https://doi.org/10.7400/NCM.2016.10.2.5038>
- Bompa, T. (2005). Pautas de entrenamiento para jóvenes deportistas. In *Entrenamiento para jóvenes deportistas* (1st ed., pp. 19–23). Hispano Europa.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2019a). Fundamentos para entrenar. In D. Domingo (Ed.), *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento* (5th ed., pp. 13–38). Tutor.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2019b). Principios de entrenamiento. In D. Domingo (Ed.), *Periodización, Teoría y metodología del entrenamiento* (5th ed., pp. 41–62). Tutor.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2019c). Variables del entrenamiento. In D. Domingo (Ed.), *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento* (5th ed., pp. 83–99). Tutor.
- Borresen, J., & Lambert, M. (2008). Quantifying Training Load: A Comparison of Subjective and Objective Method. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 16–30.
- Borresen, J., & Lambert, M. (2009). The Quantification of Training Load ,the Training Response Effect on Performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779–795.
- Botezatu, C., & Rebière, C. (2018). Entrenamiento deportivo y rendimiento deportivo. In Sport PRO (Ed.), *Consiga Su Entrenamiento: El Calentamiento y la Recuperación Después Del Esfuerzo en la Realización Deportiva*.
- Brandt, R., Bevilacqua, G., Crocetta, T., Monteiro, C., Guarnieri, R., Hobold, E., Flores, L. J. F., Miarka, B., & Andrade, A. (2019). Comparisons of mood states associated with outcomes achieved by female and male athletes in high-level judo and brazilian jiu-

- jitsu championships. *Journal of Strength and Conditioning Research, Advance on*, 1–7. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003218>
- Burke, L., & Cox, G. (2010). Promoting recovery. In *The complete guide to Food Sports Performance. Peak nutrition for you* (3rd ed., pp. 148–160). Allen&Unwin.
- Burke, L. M. (2010). Fueling strategies to optimize performance: Training high or training low? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(SUPPL. 2), 48–58. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01185.x>
- Burke, L., Slater, G., Matthews, J., Langan-Evans, C., & Horswill, C. (2021a). ACSM Expert consensus statement on weight loss in weight-category sports. *Current Sports Medicine Reports*, 20(4), 199–217. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000831>
- Burke, L., Slater, G., Matthews, J., Langan-Evans, C., & Horswill, C. (2021b). ACSM Expert Consensus Statement on Weight Loss in Weight-Category Sports. *Current Sports Medicine Reports*, 199–217. <http://journals.lww.com/acsm-csmr>
- Campos, J., & Cervera, V. (2003). Aproximación a la teoría del entrenamiento deportivo. In *Teoría y planificación del entrenamiento deportivo* (2nd ed., pp. 21–23). Paidotribo.
- Cancino, J. (2011). Fisiología del ejercicio. In J. de León (Ed.), *Nutrición aplicada al deporte* (1st ed., pp. 117–150). McGraw Hill.
- Cañizares, J., & Carbonero, C. (2017). La adaptación al esfuerzo físico en niños y niñas. In *Cómo optimizar la adaptación al esfuerzo en el entrenamiento de tu hijo* (pp. 20–22). Wanceulen.
- Cannataro, R., Cione, E., Gallelli, L., Marzullo, N., & Bonilla, D. (2020). Acute Effects of Supervised MakingWeight on Health Markers, Hormones and Body Composition in Muay Thai Fighters. *Sports*, 8(10), 1–23. <https://doi.org/10.3390/sports8100137>
- Capitán-Jiménez, C., & Aragón-Vargas, F. (2009). Método sencillo para comprobar euhidratación. *Pensar En Movimiento: Revista de Ciencias Del Ejercicio y La Salud*, 7(1), 23–31.
- Carrizo, R. (2003). El vale tudo en el mundo. In *Vale Tudo. La evolución de los deportes de combate* (1st ed., pp. 11–31). Kier.
- Casa, D., Armstrong, L., Hillman, S., Montain, S., Reiff, R., Rich, B., Roberts, W., & Stone, J. (2000). Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, 35(2), 212–224. <file:///C:/Users/User/Downloads/jathtrain00002-0094.pdf>

- Casals, C., Huertas, J., Franchini, E., Sterkowicz-Przybycién. Katarzyna, Sterkowicz, S., Gutiérrez-García, C., & Escobar-Molina, R. (2015). Special Judo Fitness Test Level And Anthropometric Profile Of Elite Spanish Judo Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(5), 1229–1235. [www.nscs.com](http://www.nscs.com)
- Cengiz, A. (2015). Effects of self-selected dehydration and meaningful rehydration on anaerobic power and heart rate recovery of elite wrestlers. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(5), 1441–1444. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.1441>
- Ceylan, B., Akgül, M., Gürses, V., Baydil, B., & Aydos, L. (2020). Monitoring Hydration Status of Elite Judo Athletes During a Competition Day. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 22(1), 150–153. <https://doi.org/10.15314/tsed.657490>
- Chaabene, H., Negra, Y., Bouguezzi, R., Capranica, L., Franchini, E., Prieske, O., Hbacha, H., & Granacher, U. (2018). Tests for the assessment of sport-specific performance in Olympic combat sports: A systematic review with practical recommendations. *Frontiers in Physiology*, 9, 1–18. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00386>
- Chadha, V., Garg, U., & Alon, U. (2001). Measurement of urinary concentration: A critical appraisal of methodologies. *Pediatric Nephrology*, 16(4), 374–382. <https://doi.org/10.1007/s004670000551>
- Charest, J., & Grandner, M. (2020). Sleep and Athletic Performance: Impacts on Physical Performance, Mental Performance, Injury Risk and Recovery, and Mental Health. *Sleep Medicine Clinics*, 15(1), 41–57. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2019.11.005>
- Clarys, P., Ramon, kim, Hagman, F., Deriemaeker, P., & Zinzen, E. (2010). Influence of weight reduction on physical performance capacity in judokas. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, q, 71–76. <https://www.researchgate.net/publication/235946903>
- Claudino, J., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A., & Serrão, J. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. In *Journal of Science and Medicine in Sport* (Vol. 20, Issue 4, pp. 397–402). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.011>
- Connor, J., & Egan, B. (2019). Prevalence, Magnitude and Methods of Rapid Weight Loss Reported by Male Mixed Martial Arts Athletes in Ireland. *Sports*, 7(9), 206. <https://doi.org/10.3390/sports7090206>

- Costa, C., Bettendorff, C., Bupo, S., Ayuso, S., & Vallejo, G. (2010). Medición comparativa de la densidad urinaria: Tira reactiva, refractómetro y densímetro. *Archivos Argentinos de Pediatría*, *108*(3), 234–238.
- Costa, R., Snipe, R., Camões-Costa, V., Scheer, V., & Murray, A. (2016). The Impact of Gastrointestinal Symptoms and Dermatological Injuries on Nutritional Intake and Hydration Status During Ultramarathon Events. *Sports Medicine - Open*, *2*(1), 2–16. <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0041-9>
- Coswig, V., Miarka, B., Pires, D., Mendes, L., Bartel, C., & Del Vecchio, F. (2018). Weight Regain, But Not Weight Loss, Is Related to Competitive Success in Real-life Mixed Martial Arts Competition. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise*, *29*(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0034>
- Coyne, J., Coutts, A. J., Fomin, R., French, D., Newton, R., & Haff, G. (2020). Heart Rate Variability and Direct Current Measurement Characteristics in Professional Mixed Martial Arts Athletes. *Sports*, *8*(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/sports8080109>
- Crisafulli, A., Vitelli, S., Cappai, I., Milia, R., Tocco, F., Melis, F., & Concu, A. (2009). Physiological responses and energy cost during a simulation of a Muay Thai boxing match. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, *34*(2), 143–150. <https://doi.org/10.1139/H09-002>
- Crush, E., Frith, E., & Loprinzi, P. (2018). Experimental effects of acute exercise duration and exercise recovery on mood state. *Journal of Affective Disorders*, *229*, 282–287. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.12.092>
- dal Pupo, J., Detanico, D., & dos Santos, S. (2012). Kinetic parameters as determinants of vertical jump performance. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, *14*(1), 41–51. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2012v14n1p41>
- Daniele, G., Weinstein, R. N., Wallace, P. W., Palmieri, V., & Bianco, M. (2016). Rapid weight gain in professional boxing and correlation with fight decisions: analysis from 71 title fights. *Physician and Sportsmedicine*, *44*(4), 349–354. <https://doi.org/10.1080/00913847.2016.1228421>
- Demirhan, B., Kısadere, İ., Kılıç, M., Patlar, S., Günay, M., Dzhanuzakov, K., & Güzelbekteş, H. (2020). Seasonal variations in blood parameters among Kyrgyz Elite judo athletes. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, *26*(5), 406–409. [https://doi.org/10.1590/1517-8692202026052019\\_0032](https://doi.org/10.1590/1517-8692202026052019_0032)

- Díaz, A., Alcaide, M., & González-Gross, M. (2022). Basal Values of Biochemical and Hematological Parameters in Elite Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph19053059>
- Dickinson, R., & Hanrahan, S. (2009). An Investigation of Subjective Sleep and Fatigue Measures for Use With Elite Athletes. *Journal of Clinical Sports Psychology*, 3, 244–266.
- Dieguez, J. (2007). Bases generales del entrenamiento. In INDE (Ed.), *Entrenamiento funcional en programas de fitness. Volumen I* (pp. 46–48).
- Doherty, R., Madigan, S., Warrington, G., & Ellis, J. (2019). Sleep and nutrition interactions: Implications for athletes. *Nutrients*, 11(4), 1–13. <https://doi.org/10.3390/nu11040822>
- Dunican, I., Eastwood, P., Murray, K., Caldwell, J., & Reale, R. (2019). The effect of water loading for acute weight loss following fluid restriction on sleep quality and quantity in combat sports athletes. *Sleep Medicine*, 64(5), S99–S100. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2019.11.274>
- Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). Exercise and Fluid Replacement This pronouncement was written for the American College of. *American College of Sports Medicine*, 377–390. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>
- Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R., & Marfell-Jones, M. (2019). *Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica* (4º, Ed.; UCAM. Univ).
- Fernández, J., & García, R. (1998). Indices de relación peso-talla como Indicadores de masa muscular en el adulto del sexo masculino / Height-weight ratio indexes as indicators of muscle mass in male adults. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 12(2), 35–39.
- Fernández-Elías, V., Martínez-Abellán, A., López-Guillón, J., Morán-Navarro, R., Pallarés, J., Dela Cruz-Sánchez, E., & Mora-Rodríguez, R. (2014). Validity of Hydration Non-Invasive Indices during the Weightcutting and Official Weigh-In for Olympic Combat Sports Validity of Hydration Non-Invasive Indices during the Weightcutting and Official Weigh-In for Olympic Combat Sports. *Plos One*, 9(4), 1–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095336>

- Fernández-Elías, V., Martínez-Abellán, A., López-Gullón, J. M., Morán-Navarro, R., Pallarés, J., De La Cruz-Sánchez, E., & Mora-Rodriguez, R. (2014). Validity of hydration non-invasive indices during the weightcutting and official weigh-in for olympic combat sports. *PLoS ONE*, *9*(4), 1–6. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095336>
- Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P., & Lac, G. (2001). Food Restriction, Performance, Psychological State and Lipid Values in Judo Athlete. *International Journal of Sports Medicine*, *22*, 454–459.
- Fortes, L., Costa, B., Paes, P., Cyrino, E., Vianna, J., & Franchini, E. (2017). Effect of rapid weight loss on physical performance in judo athletes: is rapid weight loss a help for judokas with weight problems?\*. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *17*(5), 763–773. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1399323>
- Foster, C., Florhaug, J., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *15*(1), 109–115. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0109:ANATME>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0109:ANATME>2.0.CO;2)
- Franchini, E., Brito, C., & Artioli, G. (2012). Weight loss in combat sports: Physiological, psychological and performance effects. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *9*(1), 2–7. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-52>
- Fuentes, I., Balaguer, I., Meliá, J., & García-Merita, M. (1995). Forma abreviada del Perfil de Estado de Ánimo (POMS). *V Congreso Nacional de Psicología de La Actividad Física y El Deporte*, 19–26.
- Ganio, M., Armstrong, L., Casa, D., McDermott, B., Lee, E., Yamamoto, L., Marzano, S., Lopez, R., Jimenez, L., le Bellego, L., Chevillotte, E., & Lieberman, H. (2011). Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men. *British Journal of Nutrition*, *106*(10), 1535–1543. <https://doi.org/10.1017/S0007114511002005>
- García, D., Badillo, E., & Antillano, S. (2012). Relaciones existentes entre las capacidades físicas, la composición corporal y el rendimiento en judokas juveniles de competición mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación En Cultura Física y Deporte*, *4*(6), 25–38.

- García, J., Navarro, M., & Ruiz, J. (1996). Definición del concepto entrenamiento. In *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones* (1st ed., pp. 53–55). Gymnos Editorial.
- Garrido-Chamorro, R., Sirvent-Belando, J. E., González-Lorenzo, M., Blasco-Lafarga, C., & Roche, E. (2012). Skinfold Sum: Reference Values for Top Athletes. *International Journal of Morphology*, 30(3), 803–809. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022012000300005>
- Gleeson, M. (2016). Immunological aspects of sport nutrition. *Immunology and Cell Biology*, 94(2), 117–123. <https://doi.org/10.1038/icb.2015.109>
- González, J., Navarro, F., Delgado, M., & García, J. (2010). Fundamentos conceptuales. In *Fundamentos del entrenamiento* (Wanceulen, pp. 17–18).
- González, R., García, D., & Herrero, A. (2003). La suplementación con creatina en el deporte y su relación con el rendimiento deportivo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 3(12), 4.
- González-Neira, M., Garicano-Vilar, E., García-Angulo, B., San Mauro-Martín, I., & Fajardo, D. (2015). Valoración nutricional, evaluación de la composición corporal y su relación con el rendimiento deportivo en un equipo de fútbol femenino. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 19(1), 36. <https://doi.org/10.14306/renhyd.19.1.109>
- Goulet, E. D. B., Rousseau, S. F., Lamboley, C. R. H., Plante, G. E., & Dionne, I. J. (2008). Pre-Exercise Hyperhydration Delays Dehydration and Improves Endurance Capacity during 2 h of Cycling in a Temperate Climate. *Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY*, 27(5), 263–271. <https://doi.org/10.2114/jpa2.27.263>
- Guimaraes, T. (2002). El entrenamiento deportivo. In *El entrenamiento deportivo. Capacidades físicas* (1st ed., pp. 25–46). EUNED.
- Haddad, M., Chaouachi, A., Castagna, C., Wong, D., Behm, D., & Chamari, K. (2011). The construct validity of session RPE during an intensive camp in young male Taekwondo athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(2), 252–263. <https://doi.org/10.11138/mltj/2014.4.2.121>
- Hall, J. (2016). El sistema nervioso autónomo y la médula suprarrenal. In *Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica* (13th ed., pp. 729–739). Elsevier.

- Hawley, J., & Burke, L. (2000a). Comer para recuperarse. In *Rendimiento deportivo máximo. Estrategias para el entrenamiento y la nutrición en el deporte* (1st ed., pp. 359–384). Paidotribo.
- Hawley, J., & Burke, L. (2000b). Fuentes energéticas para el movimiento: Los sistemas energéticos del cuerpo. In *Rendimiento deportivo máximo. Estrategias para el entrenamiento y la nutrición en el deporte* (1st ed., pp. 51–66). Paidotribo.
- Heileson, J., & Julianna, J. (2019). Validity of digital and manual refractometers for measuring urine specific gravity during field operations: A brief report. *Military Medicine*, 1(184), e632–e636. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz082>
- Hernández, G., Miranda, J., Segura, J., Naranjo, J., & Rangel, B. (2018). Variabilidad de la frecuencia cardiaca: Implicaciones prácticas en el rendimiento deportivo. In *Actividad física y deporte* (1°, pp. 127–142). INDE.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). Mc Graw Hill Interamericana.
- Herrera-Valenzuela, T., Valdés-Badilla, P., Soto-Voisier, E., Verdugo-Miranda, F., Cancino-López, J., Sáez-Fuentes, M., Cofre-Bolados, C., Durán-Aguero, S., & Orihuela, P. (2018). Pérdida rápida de peso: el caso de los deportes de combate. *Revista Médica de Chile*, 146(8), 947–948. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872018000800947>
- Impellizzeri, F., Marcora, S., & Coutts, A. (2018). Internal and External Training Load : 15 Years On. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273. <https://doi.org/doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>
- Isacco, L., Degoutte, F., Ennequin, G., Pereira, B., Thivel, D., & Filaire, E. (2019). Rapid weight loss influences the physical, psychological and biological responses during a simulated competition in national judo athletes. *European Journal of Sport Science*, 0(0), 1–12. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1657503>
- Issurin, V. (2019). Generalidades del entrenamiento. Conceptos básicos. In Paidotribo (Ed.), *Entrenamiento deportivo.: Periodización en bloques* (1st ed.).
- Ivy, J. (2004). Regulation of muscle glycogen repletion, muscle protein synthesis and repair following exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3(3), 131–138.
- Javorka, M., Žila, I., Balhárek, T., & Javorka, K. (2002). Heart rate recovery after exercise: Relations to heart rate variability and coplexity. *Brazilian Journal of Medical and*

- Biological Research*, 35(8), 991–1000. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2002000800018>
- Jetton, A., Lawrence, M., Meucci, M., Haines, T., Collier, S., Morris, D., & Utter, A. (2013). Dehydration and acute weight gain in mixed martial arts fighters before competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1322–1326. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828a1e91>
- Jeukendrup, A. (2011). Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. *Journal of Sports Sciences*, 29(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.610348>
- Jeukendrup, A., Vet-Joop, K., Sturk, A., Stegen, J., Senden, J., Saris, W., & Wagenmakers, A. (2000). Relationship between gastro-intestinal complaints and endotoxaemia, cytokine release and the acute-phase reaction during and after a long-distance triathlon in highly trained men. *Clinical Science*, 98(1), 47–55. <https://doi.org/10.1042/cs0980047>
- Karila, T., Sarkkinen, P., Marttinen, M., Seppälä, T., Mero, A., & Tallroth, K. (2008). Rapid weight loss decreases serum testosterone. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), 872–877. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1038604>
- Kasper, A., Crighton, B., Langan-Evans, C., Riley, P., Sharma, A., Close, G., & Morton, J. (2019). Case study: Extreme weight making causes relative energy deficiency, dehydration, and acute kidney injury in a Male mixed martial arts athlete. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(3), 331–338. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0029>
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(2), 95–102. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x>
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S., Hecksteden, A., Heidari, J., Wolfgang, K., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Kenttä, G., & Hassmén, P. (1998). Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Medicine*, 26(1), 1–16. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826010-00001>

- Kerksick, C., Arent, S., Schoenfeld, B., Stout, J., Campbell, B., Wilborn, C., Taylor, L., Kalman, D., Smith-Ryan, A., Kreider, R., Willoughby, D., Arciero, P. J., VanDusseldorp, T., Ormsbee, M., Wildman, R., Greenwood, M., Ziegenfuss, T., Aragon, A., & Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: Nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *14*(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4>
- Kerksick, C., Wilborn, C., Roberts, M., Smith-ryan, A., Kleiner, S., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J., Galvan, E., Greenwood, M., Lowery, L., Wildman, R., Antonio, J., & Kreider, R. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update : research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*(38), 1–57.
- Khalladi, K., Farooq, A., Souissi, S., Herrera, C., Chamari, K., Taylor, L., & El Massioui, F. (2019). Inter-relationship between sleep quality, insomnia and sleep disorders in professional soccer players. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, *5*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000498>
- Kondo, E., Sagayama, H., Yamada, Y., Shiose, K., Osawa, T., Motonaga, K., Ouchi, S., Kamei, A., Nakajima, K., Higaki, Y., Tanaka, H., Takahash, H., & Okamura, K. (2018). Energy deficit required for rapid weight loss in elite collegiate wrestlers. *Nutrients*, *10*(5). <https://doi.org/10.3390/nu10050536>
- Kons, R., Ache-Dias, J., & Detanico, D. (2017). Can physical tests predict the technical-tactical performance during official judo competitions ? Can physical tests predict the technical-tactical performance during official judo competitions ? *Science of Martial Arts*, *13*, 143–151.
- Kons, R., Dal Pupo, J., Ache-Dias, J., & Detanico, D. (2018). Female Judo Athletes' Physical Test Performances Are Unrelated to Technical–Tactical Competition Skills. *Perceptual and Motor Skills*, *125*(4), 802–816. <https://doi.org/10.1177/0031512518777586>
- Kordi, R., Nourian, R., Rostami, M., & Wallace, A. (2012). Percentage of Body Fat and Weight Gain in Participants in the Tehran High School Wrestling Championship. *Asian Journal of Sports Medicine*, *3*(2), 119–125. <https://doi.org/10.5812/asjasm.34711>
- Kreider, R., Kalman, D., Antonio, J., Ziegenfuss, T., Wildman, R., Collins, R., Candow, D., Kleiner, S., Almada, A., & Lopez, H. (2017). International Society of Sports Nutrition

- position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 1–18.  
<https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>
- Laborde, S., Mosley, E., & Thayer, J. (2017). Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research - Recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Frontiers in Psychology*, 8(FEB), 1–18.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00213>
- Lanhers, C., Pereira, B., Naughton, G., Trousselard, M., Lesage, F. X., & Dutheil, F. (2015a). Creatine Supplementation and Lower Limb Strength Performance: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Sports Medicine*, 45(9), 1285–1294.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0337-4>
- Lanhers, C., Pereira, B., Naughton, G., Trousselard, M., Lesage, F. X., & Dutheil, F. (2015b). Creatine Supplementation and Lower Limb Strength Performance: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Sports Medicine*, 45(9), 1285–1294.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0337-4>
- Leduc, C., Tee, J., Weakley, J., Ramirez, C., & Jones, B. (2020). The Quality, Quantity, and Intraindividual Variability of Sleep Among Students and Student-Athletes. *Sports Health*, 12(1), 43–50. <https://doi.org/10.1177/1941738119887966>
- Lieberman, H., Bathalon, G., Falco, C., Kramer, M., Morgan, C., & Niro, P. (2005). Severe decrements in cognition function and mood induced by sleep loss, heat, dehydration, and undernutrition during simulated combat. *Biological Psychiatry*, 57(4), 422–429.  
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.11.014>
- Lingor, R., & Olson, A. (2010). Fluid and diet patterns associated with Weight cycling and changes in body Composition assessed by continuous Monitoring throughout a college wrestling Season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1763–1772.
- López-Santiago, N. (2016). La biometría hemática. *Acta Pediátrica de México*, 37(4), 246–249.
- Lozano-Triana, C. (2016). Urinalysis: A useful test in children diagnosis. *Revista Facultad de Medicina*, 64(1), 137–147. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64.n1.50634>
- MacDougall, J., Wenger, H., & Green, H. (2005). El objetivo de la evaluación fisiológica. In *Evaluación fisiológica del deportista* (3rd ed.). Paidotribo.

- Malczewska-Lenczowska, J., Sitkowski, D., Orysiak, J., Pokrywka, A., & Szygula, Z. (2013). Total haemoglobin mass, blood volume and morphological indices among athletes from different sport disciplines. *Archives of Medical Science*, 9(5), 780–787. <https://doi.org/10.5114/aoms.2013.36926>
- Malhotra, R. (2017). Sleep, Recovery, and Performance in Sports. *Neurologic Clinics*, 35(3), 547–557. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2017.03.002>
- Manino, G., & Polani, D. (2004). Fatiga, dolor y actividad deportiva. Psicología deportiva. Procesos mentales del atleta. In *Neurociencias y deporte*. (1st ed., pp. 259–263). Paidotribo.
- Martin, D., Carl, K., & Lehnertz, K. (2007). La condición física y su entrenamiento. In *Manual de metodología del entrenamiento deportivo* (1st ed., pp. 105–107). Paidotribo.
- Martin, D., Carl, K., & Lehnertz, K. (2014). Análisis del rendimiento deportivo y del sistema de entrenamiento como requisito para un rendimiento óptimo. In *Manual de metodología del entrenamiento deportivo* (1st ed., pp. 23–47). Paidotribo.
- Martin, D., Nicolaus, J., Ostrowski, C., & Rost, K. (2004). Capacidad de rendimiento deportivo de niños y jóvenes. In *Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil* (1st ed., pp. 65–161).
- Martínez, A. (2013). Efectos de las pérdidas de peso y la deshidratación en deportes de combate: Una revisión. *Revista Euroamericana de Ciencias Del Deporte*, 3(1), 59–68.
- Martínez-Sanz, J., Urdampilleta, A., & Mielgo-Ayuso, J. (2013). Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte. *European Journal of Human Movement*, 30, 37–52.
- Marttinen, R., Judelson, D., Wiersma, L., & Coburn, J. (2011a). Effects of self-selected mass loss on performance and mood in collegiate wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1010–1015. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318207ed3f>
- Marttinen, R., Judelson, D., Wiersma, L., & Coburn, J. (2011b). Effects of self-selected mass loss on performance and mood in collegiate wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1010–1015. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318207ed3f>

- Mata-Ordoñez, F., Grimaldi-Puyana, M., & Sánchez-Oliver, A. J. (2019). Reposición del Glucógeno Muscular en la Recuperación del Deportista. *SPORT TK*, 8(1), 57–66. <https://doi.org/10.6018/sportk.362071>
- Mata-Ordoñez, F., Sanchez-Oliver, A., & Dominguez-Herrera, R. (2018). Importancia de la nutrición en las estrategias de pérdida de peso en deportes de combate. *Journal of Sport and Health Research*, 10(1), 1–12.
- Matthews, J., & Nicholas, C. (2016). Extreme rapid weight loss and rapid weight gain observed in UK mixed martial arts athletes preparing for competition. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(2), 122–129. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0174>
- Mayol, L. (2011). Termorregulación e hidratación en el ejercicio. In *Nutrición aplicada al deporte* (1st ed., pp. 151–188). McGraw Hill.
- McCartney, D., Desbrow, B., & Irwin, C. (2018). Post-exercise Ingestion of Carbohydrate, Protein and Water: A Systematic Review and Meta-analysis for Effects on Subsequent Athletic Performance. *Sports Medicine*, 48(2), 379–408. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0800-5>
- McDermott, B., Anderson, S., Armstrong, L., Casa, D., Cheuvront, S., Cooper, L., Larry, K., O'Connor, F., & Roberts, W. (2017). National athletic trainers' association position statement: Fluid replacement for the physically active. *Journal of Athletic Training*, 52(9), 877–895. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.9.02>
- McNair, D., Lorr, M., & Droppleman, L. (1971). Profile of Mood States Manual. *San Diego: Educational and Testing Service*.
- Medina, M., de la Cruz, B., Esquivel, A., Garrido, M., & Naranjo, J. (2012). Normal values of heart rate variability at rest in a young, healthy and active Mexican population. *Health*, 04(07), 377–385. <https://doi.org/10.4236/health.2012.47060>
- Medina, M., de la Cruz, B., Garrido, A., Garrido, M., & Naranjo, J. (2012). Normal values of heart rate variability at rest in a young, healthy and active Mexican population. *Health*, 04(07), 377–385. <https://doi.org/10.4236/health.2012.47060>
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the european college of sport

- science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(1), 186–205. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318279a10a>
- Mendes, S. H., Tritto, A. C., Guilherme, J. P. L. P., Solis, M. Y., Vieira, D. E., Franchini, E., Lancha, A. H., & Artioli, G. G. (2013). Effect of rapid weight loss on Performance in combat sport male athletes: Does adaptation to chronic weight cycling play a role? *British Journal of Sports Medicine*, 47(18), 1155–1160. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092689>
- Menéndez, J. (2017). Las artes marciales y deportes de combate en educación física. una mirada hacia el kickboxing educativo. *Revista Digital de Educación Física*, 48, 108–119.
- Merí, A. (2005). *Fundamentos de fisiología de la actividad física y el deporte* (1st ed.). Paidotribo.
- Merino, J., Villanueva, R., & Moyano, M. (2000). Un paciente con hiponatremia. *Medicina Integral*, 36(5), 166–172.
- Mert, K., Ilgüy, S., Dural, M., Mert, G., & Özakin, E. (2017). Effects of creatine supplementation on cardiac autonomic functions in bodybuilders. *PACE - Pacing and Clinical Electrophysiology*, 40(6), 721–727. <https://doi.org/10.1111/pace.13096>
- Mestre, J. (2004). La vía federativa. In INDE (Ed.), *Planificación deportiva: Teoría y práctica. Bases metodológicas para una planificación de la Educación Física y el Deporte* (3rd ed., p. 301).
- Michael, S., Graham, K., & Oam, G. (2017). Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals-a review. *Frontiers in Physiology*, 8, 1–19. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00301>
- Minton, D., O'Neal, E., & Torres-McGehee, T. (2015). Agreement of urine specific gravity measurements between manual and digital refractometers. *Journal of Athletic Training*, 50(1), 59–64. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.47>
- Mischenko, V., & Monogarov, V. (2001a). Leyes del proceso de adaptación como base teórica para perfeccionar preparación funcional de los deportistas. In *Fisiología del deportista: bases científicas de la preparación fatiga y recuperación de los sistemas funcionales del organismo de los deportistas de alto nivel* (pp. 10–25). Paidotribo.
- Mischenko, V., & Monogarov, V. (2001b). Restablecimiento de la capacidad de trabajo en el deporte. In *Fisiología del deportista: bases científicas de la preparación fatiga y*

*recuperación de los sistemas funcionales del organismo de los deportistas de alto nivel* (2nd ed., pp. 245–320).

Morales, J., Garcia, V., García-Massó, X., Salvá, P., Escobar, R., & Buscà, B. (2013). The use of heart rate variability in assessing precompetitive stress in high-standard judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, *34*(2), 144–151.

<https://doi.org/10.1055/s-0032-1323719>

Moreno, H., Ayala, C., & Melo, L. (2016). Medios de recuperación utilizados por entrenadores en los IV Juegos Intercolegiados Centroamericanos y del Caribe. *Apunts. Educacion Fisica y Deportes*, *3*(125), 71–78.

[https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2016/3\).125.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2016/3).125.06)

Morgan, W. (1980). Test of Champions the Iceberg Profile. *Psychol. Today*, *14*(92).

Nascimento-Carvalho, B., Condori, M., Izaias, J., Doro, M., Scapini, K., Caperuto, E., Francica, J., & Callado, I. (2018). Cardiac Sympathetic Modulation Increase After Weight Loss In Combat Sports Athletes. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, *24*(6), 413–417. <https://doi.org/10.1590/1517-869220182406182057>

Nishiie-Yano, R., Hirayama, S., Tamura, M., Kanemochi, T., Ueno, T., Hirayama, A., Hori, A., Ai, T., Hirose, N., & Miida, T. (2011). Hemolysis Is Responsible for Elevation of Serum Iron Concentration After Regular Exercises in Judo Athletes. *Biological Trace Element Research*, *197*, 63–69. <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01981-3/3/Published>

Norjali, W., van Hiel, M., Mostaert, M., Deconinck, F., Pion, J., & Lenoir, M. (2019). Identification of elite performance characteristics in a small sample of taekwondo athletes. *PLoS ONE*, *14*(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217358>

Odriozola, J. (2000). Ayudas ergogénicas en el deporte. *Arbor*, *165*(650), 171–185.

<https://doi.org/10.3989/arbor.2000.i650.964>

Ööpik, V., Pääsuke, M., Timpmann, L., Medijainen, L., Ereline, J., & Gapejeva, E. (2002). Effects of creatine supplementation during recovery from rapid body mass reduction on metabolism and muscle performance capacity in well-trained wrestlers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *42*(3), 330–339.

Ööpik, V., Pääsuke, M., Timpmann, S., Medijainen, L., Ereline, J., & Smirnova, T. (1998). Effect of creatine supplementation during rapid body mass reduction on metabolism

- and isokinetic muscle performance capacity. *European Journal of Applied Physiology*, 78(1), 83–92. <https://doi.org/10.1007/s004210050391>
- Oosthuysen, T., Carstens, M., & Millen, A. (2015). Ingesting isomaltulose versus fructose-maltodextrin during prolonged moderate-heavy exercise increases fat oxidation but impairs gastrointestinal comfort and cycling performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 25(5), 427–438. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2014-0178>
- Oppliger, R., & Bartok, C. (2002a). Hydration Testing of Athletes. *Sports Med*, 32(15), 959–971.
- Oppliger, R., & Bartok, C. (2002b). *Hydration Testing of Athletes*. 32(15), 959–971.
- Optojump. (2014). ¿Qué es Optojump? <http://www.optojump.com/que-es-optojump.aspx>
- Orrù, S., Imperlini, E., Nigro, E., Alfieri, A., Cevenini, A., Polito, R., Daniele, A., Buono, P., & Mancini, A. (2018). Role of Functional Beverages on Sport Performance and Recovery. *Nutrients*, 10(10), 1–21. <https://doi.org/10.3390/nu10101470>
- Ortigosa, J., Reigal, R., Carranque, G., & Hernández-Mendo, A. (2018). Variabilidad de la frecuencia cardíaca: investigación y aplicaciones prácticas para el control de los procesos adaptativos en el deporte. *Revista Iberoamericana de Psicología Del Ejercicio y El Deporte*, 13(1), 121–130.
- Oviedo, G., Marcano, M., Morón, A., & Solano, L. (2007). Exceso de peso y patologías asociadas en mujeres adultas. *Nutrición Hospitalaria*, 22(3), 358–362.
- Pabón, J. (2014). Alteraciones. In M. E. Médica (Ed.), *Consulta práctica clínicas médicas*.
- Pallarés, J., Martínez-Abellán, A., López-Gullón, J., Morán-Navarro, R., De la Cruz-Sánchez, E., & Mora-Rodríguez, R. (2016). Muscle contraction velocity, strength and power output changes following different degrees of hypohydration in competitive olympic combat sports. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/S12970-016-0121-3>
- Parlebas, P. (2001). Apartado semiotriz. In Paidotribo (Ed.), *Juegos, deportes y sociedades* (1st ed., pp. 153–154).
- Peake, J., Neubauer, O., Walsh, N., & Simpson, R. (2017). Recovery of the immune system after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 122(5), 1077–1087. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00622.2016>

- Peniche, C. (2011). Hidratos de carbono. In J. de León & N. García (Eds.), *Nutrición aplicada al deporte* (1st ed., pp. 13–31). McGraw Hill.
- Perreault-Briere, M., Beliveau, J., Jeker, D., Deshayes, T., Duran, A., & Goulet, E. (2019). Effect of Thirst-Driven Fluid Intake on 1 H Cycling Time-Trial Performance in Trained Endurance Athletes. *Sports*, 7(10). <https://doi.org/10.3390/sports7100223>
- Perrotta, A., Jeklin, A., Hives, B., Meanwell, L., & Warburton, D. (2017). Validity of the Elite HRV Smartphone Application for Examining Heart Rate Variability in a Field-Based Setting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(8), 2296–2302. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001841>
- Pettersson, S., Ekström, M., & Berg, C. (2013). Practices of weight regulation among elite athletes in combat sports: A matter of mental advantage? *Journal of Athletic Training*, 48(1), 99–108. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.1.04>
- Pino-Sedeño, T., Peñate, W., & Bethencourt, M. (2010). La escala de valoración del estado de ánimo. *Análisis y Modificación de Conducta*, 36(153–154), 19–32.
- Platonov, V. (2001a). Medios de recuperación. Estimulación de la capacidad de rendimiento en el sistema de entrenamiento de los deportistas. In *Teoría general del entrenamiento olímpico* (pp. 565–582). Paidotribo.
- Platonov, V. (2001b). Tipos de deportes en los programas de las Olimpiadas y de los Juegos Olímpicos de invierno. In *Teoría general del entrenamiento olímpico* (1st ed., pp. 15–25). Paidotribo.
- Polit, D., & Hungler, B. (2000). *Investigación cinética en ciencias de la salud. Principios y métodos* (6th ed.). Mc Graw Hill Interamericana.
- Porrini, M., & Del Bo, C. (2016). Ergogenic Aids and Supplements. *Frontiers of Hormone Research*, 47, 128–152. <https://doi.org/10.1159/000445176>
- Portocarrero, A., & Jiménez-Genchi, A. (2005). Estudio de validación de la traducción al Español de la Escala Atenas de Insomnio. *Salud Mental*, 28(5), 34–39.
- Pradas, F., & Legaz-Arrese, A. (2012). Homeostasis: Clave de la adaptación. In Paidotribo (Ed.), *Manual de entrenamiento deportivo* (1st ed., pp. 52–60).
- Pritchett, K., Pritchett, R., & Bishop, P. (2011). Nutritional strategies for post-exercise recovery: a review. *South African Journal of Sports Medicine*, 23(1), 20–25. <https://doi.org/10.17159/2078-516x/2011/v23i1a370>

- Rankin, J. W. (2002). Weight loss and gain in athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 1(4), 208–213. <https://doi.org/10.1249/00149619-200208000-00004>
- Reale, R., Burke, L., Cox, G., & Slater, G. (2019). Body composition of elite Olympic combat sport athletes. *European Journal of Sport Science*, 20(2), 147–156. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1616826>
- Reale, R., Cox, G., Slater, G., & Burke, L. (2016). Regain in body mass after weigh-in is linked to success in real life Judo competition. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(6), 525–530. <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0359>
- Reale, R., Cox, G., Slater, G., & Burke, L. (2017). Weight regain: No link to success in a real-life multiday boxing tournament. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 856–863. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0311>
- Reale, R., Slater, G., & Burke, L. (2016). Acute-weight-loss strategies for combat sports and applications to olympic success. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 142–151. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0211>
- Reale, R., Slater, G., & Burke, L. (2017). Individualised dietary strategies for Olympic combat sports : Acute weight loss , recovery and competition nutrition Individualised dietary strategies for Olympic combat sports : Acute weight loss , recovery and competition nutrition. *European Journal of Sport Science*, 17(6), 727–740. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1297489>
- Reale, R., Slater, G., & Burke, L. (2018). Weight Management Practices of Australian Olympic Combat Sport Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(4), 459–466.
- Realmet. (2017). *Realmet Institute*. <https://realmetinstitute.com/>
- Rehrer, N., Brouns, F., Beckers, E., Frey, W., Villiger, B., Riddoch, C., Menheere, P., & Saris, W. (1992). Physiological changes and gastro-intestinal symptoms as a result of ultra-endurance running. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/BF00376431>
- Reljic, D., Feist, J., Jost, J., Kieser, M., & Friedmann-Bette, B. (2016). Rapid body mass loss affects erythropoiesis and hemolysis but does not impair aerobic performance in combat athletes. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(5), 507–517. <https://doi.org/10.1111/sms.12485>

- Roklicer, R., Lakicevic, N., Stajer, V., Trivic, T., Bianco, A., Mani, D., Milosevic, Z., Maksimovic, N., Paoli, A., & Drid, P. (2020a). The effects of rapid weight loss on skeletal muscle in judo athletes. *Journal of Translational Medicine*, *18*(142), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02315-x>
- Roklicer, R., Lakicevic, N., Stajer, V., Trivic, T., Bianco, A., Mani, D., Milosevic, Z., Maksimovic, N., Paoli, A., & Drid, P. (2020b). The effects of rapid weight loss on skeletal muscle in judo athletes. *Journal of Translational Medicine*, *18*(1). <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02315-x>
- Russo, I., Camões-Costa, V., Gaskell, S., Porter, J., Burke, L., & Costa, R. (2019). Systematic Literature Review: The Effect of Dairy Milk on Markers of Recovery Optimisation in Response to Endurance Exercise. *International Journal of Sports Science*, *2019*(4), 69–85. <https://doi.org/10.5923/j.sports.20190904.01>
- Sagayama, H., Yoshimura, E., Yamada, Y., Ichikawa, M., Ebine, N., Higaki, Y., Kiyonaga, A., & Tanaka, H. (2014). Effects of rapid weight loss and regain on body composition and energy expenditure. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, *39*(1), 21–27. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0096>
- Saidi, K., Abderrahman, A., Boullosa, D., Dupont, G., Hackney, A., Bideau, B., Pavillon, T., Granacher, U., & Zouhal, H. (2020). The Interplay Between Plasma Hormonal Concentrations, Physical Fitness, Workload and Mood State Changes to Periods of Congested Match Play in Professional Soccer Players. *Frontiers in Physiology*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00835>
- Sánchez-González, J., Rivera-Cisneros, A., Ramírez, M., Tovar-García, J., Portillo-Gallo, J., & Franco-Santillán, R. (2005). Estado de hidratación y capacidad aeróbica: sus efectos sobre el volumen plasmático durante el ejercicio físico agudo. *Cirugía y Cirujanos*, *73*, 287–295.
- Santesteban, V., & Ibáñez, J. (2017). Ayudas ergogénicas en el deporte. *Nutricion Hospitalaria*, *34*(1), 204–215. <https://doi.org/10.20960/nh.997>
- Sawka, M., Burke, L., Eichner, R., Maughan, R., Montain, S., & Stachenfeld, N. (2007). Exercise and fluid replacement. *American College of Sports Medicine*, *39*(2), 377–390. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>

- Sheffler, K., García, A., Steiner, K., & Torres, Rocha, Rodrigo, Peniche, C. (2011). Suplementos, ayudas ergogénicas y sistema inmunitario. In *Nutrición aplicada al deporte* (1°, pp. 307–367). Mc Graw Hill Interamericana.
- Shimizu, K., Aizawa, K., Suzuki, N., Masuchi, K., Okada, H., Akimoto, T., Mesaki, N., Kono, I., & Akama, T. (2011). Influences of weight loss on monocytes and t-cell subpopulations in male judo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(7), 1943–1950. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e4f9c6>.
- Siff, M., & Verkhoshansky, Y. (2015). Programación y organización del entrenamiento. In Paidotribo (Ed.), *Superentrenamiento* (2°, pp. 391–393).
- Slimani, M., Miarka, B., & Chéour, F. (2017). Effects of Competitive Level and Gender on Anthropometric Profile and Physiological Attributes in Kickboxers. *Collegium Antropologicum*, 41(3), 267–274.
- Smartmet. (2017). *Smartmet*. <http://smartmet.com.mx/>
- Soldatos, C., Dikeos, D., & Paparrigopoulos, T. (2000). Athens Insomnia Scale: Validation of an instrument based on ICD-10 criteria. *Journal of Psychosomatic Research*, 48(6), 555–560. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(00\)00095-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(00)00095-7)
- Spanias, C., Nikolaidis, P., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Anthropometric and Physiological Profile of Mixed. *Sports*, 7(6). <https://doi.org/10.3390/sports7060146>
- Sparkes, W., Turner, A., Weston, M., Russell, M., Johnston, M., & Kilduff, L. (2018). Neuromuscular, biochemical, endocrine, and mood responses to small-sided games' training in professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2569–2576. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002424>
- Stavrou, V., Astara, K., Daniil, Z., Gourgoulisanis, K., Kalabakas, K., Karagiannis, D., & Basdekis, G. (2020). The reciprocal association between fitness indicators and sleep quality in the context of recent sport injury. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 1–9. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134810>
- Strasinger, S., & Di Lorenzo, M. (2010). Examen físico de la orina. In *Análisis de orina y de los líquidos corporales* (5°, pp. 41–52).
- Su, Y., Lin, C., Chen, K., Lee, S., Lin, J., Tsai, C., Chou, Y., & Lin, J. (2001). Effects of huangqi jianzhong tang on hematological and biochemical parameters in judo athletes. *Acta Pharmacol Sin*, 22(12), 1154–1158.

- Sundgot-Borgen, J., Meyer, N., Lohman, T., Ackland, T., Maughan, R., Stewart, A., & Müller, W. (2013). How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *British Journal of Sports Medicine*, *47*(16), 1012–1022. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092966>
- Tabben, M., Sioud, R., Haddad, M., Franchini, E., Chaouachi, A., Coquart, J., Chaabane, H., Chamari, K., & Tourny-Chollet, C. (2013). Physiological and Perceived Exertion Responses during International Karate Kumite Competition. *Asian Journal of Sports Medicine*, *4*(4), 263–271. <http://asjism.tums.ac.ir>
- Terrados, N., & Calleja, J. (2010). Recuperación post-competición del deportista. *Archivos de Medicina Del Deporte*, *27*(138), 281–290.
- Thomas, T., Erdman, K., & Burke, L. (2016). Position of the academy of nutrition and dietetics, dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *116*(3), 501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>
- Timpmann, S., Ööpik, V., Pääsuke, M., Medijainen, L., & Ereline, J. (2008). Acute effects of self-selected regimen of rapid body mass loss in combat sports athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, *7*(2), 210–217.
- Troynikov, O., Watson, C., & Nawaz, N. (2018). Sleep environments and sleep physiology: A review. *Journal of Thermal Biology*, *78*, 192–203. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.09.012>
- Ulupinar, S., Özbay, S., & Gençoğlu, C. (2020). Counter movement jump and sport specific frequency speed of kick test to discriminate between elite and sub-elite kickboxers. *Acta Gymnica*, *50*(4), 141–146. <https://doi.org/10.5507/ag.2020.019>
- Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J., Julia-Sánchez, S., & Álvarez-Herms, J. (2013). Protocolo de hidratación antes, durante después de la actividad físico-deportiva. *European Journal of Human Movement*, *31*, 57–76.
- Vasconcelos, A. (2005a). Diagnóstico y análisis de las condiciones de entrenamiento. In *Planificación y organización del entrenamiento deportivo* (2nd ed., pp. 41–47). Paidotribo.

- Vasconcelos, A. (2005b). Evaluación del entrenamiento del atleta. In *Planificación y organización del entrenamiento deportivo* (2nd ed., pp. 161–179). Paidotribo.
- Vasconcelos, A. (2005c). Periodización del entrenamiento deportivo. In *Planificación y organización del entrenamiento deportivo* (2°, pp. 111–160). Paidotribo.
- Vasconcelos, B., Protzen, G., Galliano, L., Kirk, C., & Del Vecchio, F. (2020). Effects of High-Intensity Interval Training in Combat Sports : A Systematic Review with Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 0(0), 1–13.
- Veloza, L., Jiménez, C., Quiñones, D., Polanía, F., Pachón-Valero, L. C., & Rodríguez-Triviño, C. Y. (2019). Heart rate variability as a predictive factor of cardiovascular diseases. *Revista Colombiana de Cardiología*, 26(4), 205–210.  
<https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.01.006>
- Viru, A., & Viru, M. (2011). Introducción: necesidad y oportunidad. In *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Paidotribo.
- Vitale, K., Owens, R., Hopkins, S., & Malhotra, A. (2019). Sleep Hygiene for Optimizing Recovery in Athletes: Review and Recommendations. *International Journal of Sports Medicine*, 40(8), 535–543. <https://doi.org/10.1055/a-0905-3103>
- Viveiros, L., Moreira, A., Zourdos, M., Aoki, M., & Capitani, C. (2015). Pattern of weight loss of young female and male wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(11), 3149–3155. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000968>
- Wang, J Thornton, J Kolesnik, S. P. J. (2000). Anthropometry in Body Composition An Overview. *ANNALS NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES*, 904(1), 317–326.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06474.x>
- Weineck, J. (2005a). Capacidad de rendimiento deportivo. In *Entrenamiento total* (1°, pp. 19–24). Paidotribo.
- Weineck, J. (2005b). Importancia de la recuperación y la regeneración después de la carga deportiva para la optimización del proceso de entrenamiento. In *Entrenamiento total* (1st ed., pp. 583–589). Paidotribo. <https://doi.org/84-8019-805-2>
- Weineck, J. (2005c). Organización del entrenamiento y evaluación del rendimiento. In *Entrenamiento total* (1st ed., pp. 45–52). Paidotribo.
- Weineck, J. (2005d). Principios del entrenamiento deportivo. In *Entrenamiento total* (pp. 25–35).

- World Health Organization. (2010). Aspects of phlebotomy. In H. Cadman (Ed.), *WHO guidelines on drawing blood : best practices in phlebotomy* (pp. 9–11).
- Yang, W., Heine, O., Pauly, S., Kim, P., & Bloch, W. (2015). Rapid Rather than Gradual Weight Reduction Impairs Hemorheological Parameters of Taekwondo Athletes through Reduction in RBC-NOS Activation. *Plos One*, *10*(4), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123767>
- Zhelyazkov, T. (2018). Esencia y funciones del entrenamiento deportivo. In *Bases del entrenamiento deportivo* (1st ed.). Paidotribo.
- Zubac, D., Karnincic, H., & Sekulic, D. (2018). Rapid weight loss is not associated with competitive success in elite youth Olympic-style boxers in Europe. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *13*(7), 860–866. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0733>
- Zubac, D., Marko, K., & Hrvoje Zaja. (2016). Hydration status assesment among elite youth amateur boxers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *56*(6), 731–736.
- Zubac, D., Paravlic, A., Reale, R., Jelaska, I., Morrison, S., & Ivancev, V. (2019). Fluid balance and hydration status in combat sport Olympic athletes: a systematic review with meta-analysis of controlled and uncontrolled studies. *European Journal of Nutrition*, *58*(2), 497–514. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01937-2>
- Zubac, D., Reale, R., Karnincic, H., Sivric, A., & Jelaska, I. (2018). Urine specific gravity as an indicator of dehydration in Olympic combat sport athletes; considerations for research and practice. *European Journal of Sport Science*, *18*(7), 920–929. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1468483>
- Zubac, D., Šimunič, B., Buoite, A., & Morrison, S. (2019). Neuromuscular performance after rapid weight loss in Olympic-style boxers. *European Journal of Sport Science*, *0*(0), 1–25. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1695954>

## Anexo 1. Consentimiento informado



Fecha:      /      /     

Iniciales: \_\_\_\_\_

Folio: \_\_\_\_\_

### Protocolo de Investigación

Investigador principal: MAFyD. Ana Laura Durán Suárez

Co-investigador: Dra. Myriam Zarái García Dávila



## CONSENTIMIENTO INFORMADO

TITULO DEL ESTUDIO: “Efecto de la suplementación alimentaria sobre la recuperación post-pesaje en deportistas de Muaythai”

CENTRO (SITIO DE INVESTIGACIÓN):	INVESTIGADOR PRINCIPAL:
SOLDADO GYM. Salvador Díaz Mirón 3400, Hidalgo, Monterrey, N.L.. C.P. 64290 .	-MAFyD. Ana Laura Durán Suárez. Facultad de Organización Deportiva de la UANL., Campus Ciudad Universitaria, Av. Alfonso Reyes s/n, San Nicolás de los Garza, N.L., C.P. 66451. Correo: ana.duransr@uanl.edu.mx

Se le extiende una invitación a participar en el proyecto de investigación titulado “*Efecto de la suplementación alimentaria sobre la recuperación post-pesaje en deportistas de Muaythai*” el cual se realiza en el Soldado Gym.

El proyecto tiene como objetivo explorar si la suplementación alimentaria en la recuperación posterior al pesaje, disminuye los malestares causados por los cortes de peso (cansancio, dolor de estómago, calambres, deshidratación) realizados previo a una competencia. La participación de los deportistas consistirá en la colaboración al momento de realizar las mediciones pertinentes (Peso, % de grasa, ingesta de alimentos), así como la recolección de muestras (orina, sangre), consumo de suplementación y llenado de cuestionarios.

### Descripción de la intervención

El protocolo se realizará con seleccionados estatales de Muay Thai, con el fin de descubrir una estrategia que sea mejor para la recuperación posterior al pesaje en dichas disciplinas y disminuya los efectos del corte de peso que realizan regularmente, mediante la administración de una suplementación con creatina. El protocolo consiste en 3 etapas. La Etapa 1 es donde se tendrán las mediciones iniciales (mencionados más adelante en este documento), así como los datos personales de los sujetos. La etapa 2 es el inicio del corte de peso donde se tendrá y se iniciará con la suplementación con creatina y a etapa 3 es el momento del pesaje donde se tendrán evaluaciones previo al pesaje, así como posterior al mismo (transcurridas 1, 2 y 3 horas).

### Muestras

Se realizará una entrevista para obtener los datos generales de los participantes. Posterior se realizarán muestras de sangre, orina, peso corporal, frecuencia cardíaca, test de rendimiento físico, que se describirán a continuación. Para el desarrollo de este estudio se llevará a cabo una medición en cuatro ocasiones diferentes de sangre para valores de la deshidratación. Así como se le pedirá una muestra de orina, que el sujeto recolectará a solas en un lugar privado (baño del gimnasio) para conocer el grado de deshidratación, en los días antes mencionados. Aunado a esto se tendrán mediciones para conocer el porcentaje de grasa y peso corporal para observar cómo se van modificando. Así como, valoraciones de frecuencia cardíaca para conocer si el organismo se está recuperando de una manera adecuada, además de evaluaciones de sueño y de estado de ánimo. Se tendrá al igual un registro de

## Anexo 1. Consentimiento informado



Fecha:      /      /     

Iniciales: \_\_\_\_\_

Folio: \_\_\_\_\_

### Protocolo de Investigación

Investigador principal: *MAFyD. Ana Laura Durán Suárez*

Co-investigador: *Dra. Myriam Zarái García Dávila*



la comida y bebidas consumidas durante todo el protocolo. El test de rendimiento físico consistirá en realizar 3 saltos para así evaluar la potencia y además una simulación de un combate. El resto de los métodos de levantamiento de datos del estudio son de carácter no invasivo en forma de cuestionarios, relacionados con el malestar gastrointestinal, del sueño y del estado de ánimo.

Durante la recolección de muestras de sangre y de orina siempre se tendrá el uso de materiales estériles y no serán reutilizados, así como la persona encargada de realizar dichas tomas tendrá equipo de protección personal estéril y no será reutilizado. Las evaluaciones antes descritas se realizarán al inicio de manera de toma inicial y durante toda la intervención. Es importante mencionar que las muestras de sangre y orina recolectadas serán utilizadas exclusivamente para dicho protocolo, y no se utilizarán como parte de otra investigación.

#### 1. Participación

La participación en el estudio es totalmente voluntaria, libertad tanto de rechazar la participación, así como el abandono de la investigación en cualquier momento sin sanción o pérdida de los beneficios a que tendría derecho antes de iniciar la investigación (Apoyo nutricional, de valoraciones físicas o fisiológicas, explicación a detalle de las intervenciones, que se pretende investigar, etc). No recibirá pago y tampoco genera costo de las pruebas realizadas, cada participante recibirá un reporte personal de los resultados de cada prueba.

Así mismo, el sujeto se dará de baja en caso de no cumplir con las juntas informativas, asistencia a las evaluaciones o entrenamientos estipulados. Al término de la investigación se le entregará un informe de manera individual al participante. El participante tiene la libertad de realizar las preguntas necesarias para conocer y o entender los procedimientos, valoraciones, riesgos, beneficios, etc. Esta es una investigación financiada con recursos propios

#### 2. Riesgos, enfermedades o lesiones

El riesgo que puede presentarse durante el protocolo es en la toma de sangre que podría causar un moretón, que desaparecerá en el transcurso de 3-5 días. Aún cuando no se espera que usted sufra problema alguno de Enfermedad o Lesión al formar parte de este estudio, se otorgará atención médica (EMME Emergencias) a cualquier persona que se vea afectada en su salud, como resultado de su participación en este estudio; la cual se coordinará a través del Investigador Principal, la MAFyD. Ana Laura Durán Suárez, con un número de teléfono 9992323049. Dicho tratamiento no representará ningún costo para usted. El suplemento utilizado está permitido por la Agencia Mundial Antidopaje.

#### 3. Confidencialidad / Aviso de Privacidad

Los registros obtenidos mientras usted está en este estudio, como los llamados datos personales, así como los registros de variables de estudio y de salud relacionados, permanecerán con carácter estrictamente confidencial en todo momento.

Los datos recabados se tendrán un uso exclusivo para esta investigación. No se realizará transferencia de sus datos personales a terceros ni serán utilizados con fines comerciales o de mercadotecnia. Al firmar la forma de consentimiento usted acuerda proporcionar el acceso a sus datos para el estudio actual. Se tomarán precauciones necesarias para proteger su información personal, sin incluir su nombre en ningún formato, reportes, publicaciones o en alguna revelación futura. Se permite el acceso al Comité de ética para así poder tener revisiones de que todo se lleve a cabo de manera adecuada. Si usted se retira del estudio, el Investigador Principal ya no retendrá más su información personal, pero se podrán procesar los datos obtenidos. usted tiene derecho al acceso, rectificación, cancelación u oposición a la divulgación de sus datos. Para ejercer este derecho usted. deberá

## Anexo 1. Consentimiento informado



Fecha:      /      /     

Iniciales: \_\_\_\_\_

Folio: \_\_\_\_\_

### Protocolo de Investigación

Investigador principal: *MAFyD. Ana Laura Durán Suárez*

Co-investigador: *Dra. Myriam Zarái García Dávila*



contactar al Investigador Principal quien le comunicarán los procedimientos, requisitos y plazos, así como, en su momento, por vía telefónica, de cualquier cambio en este Aviso de Privacidad.

#### 4. Beneficios esperados

Al realizar la presente investigación se espera encontrar una estrategia de recuperación posterior al pesaje que sea más eficaz. Además, se busca reducir los efectos secundarios del corte de peso para así evitar molestias que puedan ocurrir durante la prueba final debido a la deshidratación y restricción de alimentos tan intensa, con el fin de buscar una manera de potenciar y/o mejorar su rendimiento tanto físico como deportivo en los combates dando un resultado favorable

#### FIRMAS

Yo he leído o me han leído todas y cada una de las cuatro páginas de esta forma de consentimiento y los riesgos descritos. Voluntariamente acepto y me ofrezco para formar parte de este estudio. Firmando esta forma de consentimiento, certifico que toda la información que yo he dado, incluyendo el historial médico, es verdadera y correcta hasta donde es de mi conocimiento. Estoy en el entendido de que recibiré una copia de esta forma de consentimiento firmada.

\_\_\_\_\_  
Firma del participante

\_\_\_\_\_  
Nombre con letras de molde del participante

/      Día /      Mes /      Año /  
Fecha

Sexo: Masculino \_\_\_\_\_ / Femenino \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_

Celular: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Testigo 2

\_\_\_\_\_  
Firma de COPIA RECIBIDA



## Anexo 2. Escala Atenas de Insomnio



Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

### INSTRUCCIONES:

Esta escala está diseñada para registrar su propia percepción de cualquier dificultad en el dormir que usted pudiera haber experimentado. Por favor marque (encerrando en un círculo el número correspondiente) la opción debajo de cada enunciado para indicar su estimación de cualquier dificultad, siempre que haya ocurrido durante la última semana.

Inducción del dormir (tiempo que le toma quedarse dormido una vez acostado).

Ningún problema.

Ligeramente retrasado.

Marcadamente retrasado.

Muy retrasado o no durmió en absoluto.

Despertares durante la noche.

Ningún problema.

Problema menor.

Problema considerable.

Problema serio o no durmió en absoluto.

Despertar final más temprano de lo deseado.

No más temprano.

Un poco más temprano.

Marcadamente más temprano.

Mucho más temprano o no durmió en lo absoluto.

Duración total del dormir.

Suficiente.

Ligeramente insuficiente.

Marcadamente insuficiente.

Muy insuficiente o no durmió en absoluto.

Calidad general del dormir (no importa cuánto tiempo durmió usted).

Satisfactoria.

Ligeramente insatisfactoria.

Marcadamente insatisfactoria.

Muy insatisfactoria o no durmió en absoluto.

Sensación de bienestar durante el día.

Normal.

Ligeramente disminuida.

Marcadamente disminuida.

Muy disminuida.

Funcionamiento (físico y mental) durante el día.

Normal.

Ligeramente disminuido.

Marcadamente disminuido.

Muy disminuido.

Somnolencia durante el día.

Ninguna.

Leve.

Considerablemente



### Anexo 3. Perfil de Estados de Ánimo (POMS) Forma Abreviada

Fecha \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Sexo \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Deporte/prueba \_\_\_\_\_ Equipo \_\_\_\_\_

Instrucciones: Lee atentamente la lista de palabras que se desarrolla a continuación. Estas palabras describen sentimientos que tienen las personas. Después de leer cada palabra fíjate en las cinco opciones que tienes arriba y elige entre ellas la que mejor describa cómo te sientes en relación a tu deporte. Rodea con un círculo la opción que mejor describa tu estado de ánimo en este momento para cada uno de los adjetivos indicados a su izquierda. Por favor, procura no dejar ninguna en blanco y selecciona los números claramente. Si cambias de parecer borra o tacha el primero totalmente.

Nada                      Poco                      Moderadamente      Bastante                      Muchísimo  
 0                              1                              2                              3                              4

1	Intranquilo	0	1	2	3	4
2	Enérgico	0	1	2	3	4
3	Desamparado	0	1	2	3	4
4	Furioso	0	1	2	3	4
5	Sin fuerzas	0	1	2	3	4
6	Deprimido	0	1	2	3	4
7	Lleno de energía	0	1	2	3	4
8	Inquieto	0	1	2	3	4
9	Molesto	0	1	2	3	4
10	Agotado	0	1	2	3	4
11	Agitado	0	1	2	3	4
12	Luchador	0	1	2	3	4
13	Desdichado	0	1	2	3	4
14	Irritable	0	1	2	3	4
15	Cansado	0	1	2	3	4

16	Amargado	0	1	2	3	4
17	Animado	0	1	2	3	4
18	Nervioso	0	1	2	3	4
19	Enfadado	0	1	2	3	4
20	Exhausto	0	1	2	3	4
21	Tenso	0	1	2	3	4
22	Vigooso	0	1	2	3	4
23	Triste	0	1	2	3	4
24	Enojado	0	1	2	3	4
25	Fatigado	0	1	2	3	4
26	Infeliz	0	1	2	3	4
27	Activo	0	1	2	3	4
28	Relajado	0	1	2	3	4
29	De mal gusto	0	1	2	3	4



## Anexo 4. Escala de Colores de Orina



<b>1</b>	<b>HIDRATADO</b>
<b>2</b>	<b>HIDRATADO</b>
<b>3</b>	<b>HIDRATADO</b>
<b>4</b>	<b>DESHIDRATADO</b>
<b>5</b>	<b>DESHIDRATADO</b>
<b>6</b>	<b>DESHIDRATADO</b>
<b>7</b>	<b>SEVERAMENTE DESHIDRATADO</b>
<b>8</b>	<b>SEVERAMENTE DESHIDRATADO</b>









## Anexo 9. Proforma antropométrica

PROFORMA ANTROPOMÉTRICA					
Nombre:					
Deporte:		Fecha de Evaluación:			
División:		Fecha de Nacimiento:			
Sexo:	M=1	F=0	Evaluador:		Anotador:

**Básicos**

1 Masa corporal			
2 Talla			

**Perímetros**

5 Brazo relajado			
6 Brazo flexionado y contraído			
7 Cintura			
8 Caderas			
9 Muslo medio			
10 Pierna			

**Pliegues**

11 Trícep			
12 Subescapular			
13 Bícep			
14 Cresta iliaca			
15 Suprascapular			
16 Abdominal			
17 Muslo			
18 Pierna			

**Diámetros**

19 Húmero			
20 Bioestiloideo			
21 Fémur			



## Anexo 10. Escala de Síntomas gastrointestinales

Instrucciones: Lee atentamente la lista de palabras que se desarrolla a continuación. Estas palabras describen sentimientos que tienen las personas. Después de leer cada palabra fíjate en la escala que tienes arriba y elige entre ellas la que mejor describa cómo te sientes en relación a tu deporte. Rodea con un círculo la opción que mejor describa tu sensación para cada uno de los adjetivos indicados a su izquierda.

ÍNDICE	DESCRIPCIÓN
0	Sin síntomas
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Moderado
4	
5	Fuerte
6	
7	Muy fuerte
8	
9	
10	Extremadamente fuerte

Mareo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Náuseas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Calambres estomacales	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Calambres intestinales	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vómitos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diarrea	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Otro: _____	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fecha: \_\_\_\_\_





## Anexo 12. Escala de Percepción del Esfuerzo



¿Cómo estuvo tu entrenamiento?

1	Muy muy leve
2	Leve
3	Moderado
4	Algo pesado
5	Pesado
6	
7	Muy pesado
8	
9	
10	Máximo







